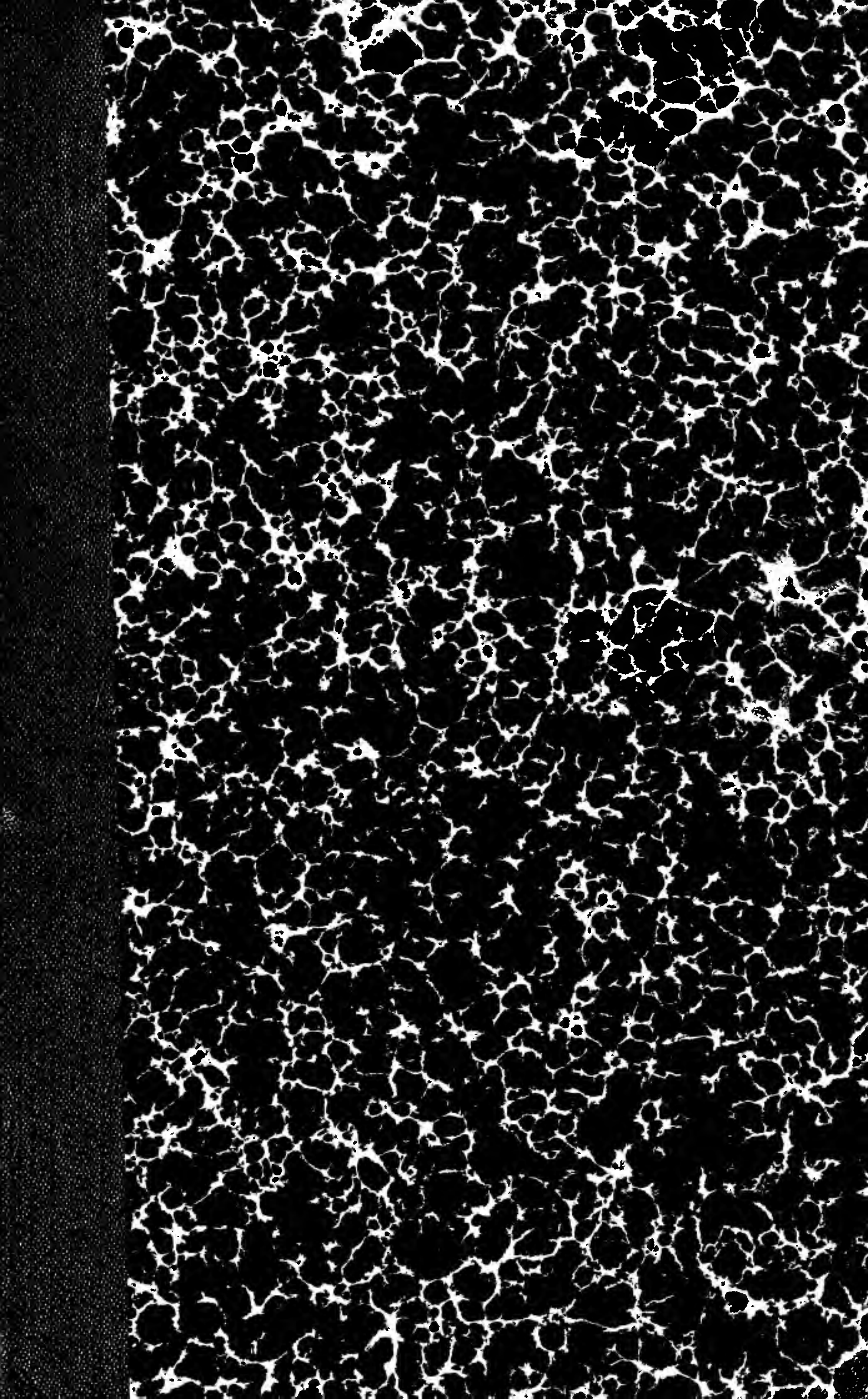



R.W. Gibson Inv

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME DIX-SEPTIÈME



GENÈVE

BUREAU DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
4, rue de l'Hôtel-de-Ville

LAUSANNE
DELAFONTAINE ET ROUGE

NEUCHATEL
S. DELACHAUX. — KLINGEBEIL

1863

DES

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES CORPS

DANS L'ÉTAT GAZEUX ET L'ÉTAT LIQUIDE

PAR

J.-A. GROSHANS

---

1. C'est une propriété des corps, connue depuis longtemps, que pour une condensation en quatre volumes, les densités des vapeurs, à 0° et à $0^{m},76$, sont proportionnelles aux poids atomiques.

Soient deux corps, A et B, dont les densités de vapeur, à température et pression égales, sont d et d', et les poids atomiques, a et a', on aura :

$$\frac{d}{d'} = \frac{a}{a'} \qquad (1)$$

2. Aux points d'ébullition, s et s', le rapport des densités changera d'après la formule suivante :

$$\frac{d}{d'} = \frac{a}{a'} \times \frac{273 + s'}{273 + s} \qquad (2)$$

Ainsi à pression égale, mais à des *températures correspondantes* (comme le sont les températures d'ébullition), les densités seront, en raison directe des poids atomiques, et en raison inverse des températures (augmentées de 273).

Soit l'eau, $H_4\ O_2$, le corps B, alors a' ($H_2 = 1$) sera $= 18$ et $273 + s' = 373$; en substituant ces valeurs dans la formule 2, elle deviendra:

$$\frac{d}{d'} = \frac{a}{18} \times \frac{373}{273 + s} \quad (3)$$

3. L'eau peut être considérée comme une combinaison de 4 volumes d'hydrogène et de 2 volumes d'oxygène, en tout de 6 volumes ou atomes (autrefois, comme l'on sait, ces deux expressions étaient en quelque sorte synonymes); en substituant dans la formule 3

$$d' = 6$$

cette formule devient:

$$d = \frac{a}{18} \times \frac{373}{273 + s} \times 6 \quad (4)$$

4. En calculant la valeur de d par cette formule, on obtient pour beaucoup de corps $C_p\ H_q\ O_r$, une concordance très-remarquable, comme on peut le voir dans le tableau I.

TABLEAU I

Numéro d'ordre	NOMS.	Formule.	Point d'ebullition moyen.	Valeur calculée de d.	p + q + r
1	Eau..................	$H_4\ O_2$	100	6	6
2	Gaz éthyle............	$C_8\ H_{20}$	— 11	27,81	28
3	Ether ordinaire...........	$C_8\ H_{20}\ O_2$	35,2	29,85	30
4	Oxyde éthyl-allylique.....	$C_{10}\ H_{20}\ O_2$	64	31,73	32
5	Ether propionique	$C_{10}\ H_{20}\ O_4$	96,8	34,29	34
6	Ether carbonique.........	$C_{10}\ H_{20}\ O_6$	125,5	36,79	36
7	Allyle..	$C_{12}\ H_{20}$	59	30.71	32
8	Oxyde d'allyle (métacétone)	$C_{12}\ H_{20}\ O_2$	84,2	34 11	34
9	Acide propionique anhydre	$C_{12}\ H_{20}\ O_6$	165	36.90	38
10	Ether oxalique	$C_{12}\ H_{20}\ O_8$	184,6	39.67	40
11	Acide lactique anhydre ...	$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$	200	42.58	42
12	Alcool allylique...........	$C_6\ H_{12}\ O_2$	93	19,70	20
13	Acide propionique hydraté.	$C_6\ H_{12}\ O_4$	141,2	22,21	22
14	Oxalate d'oxyde d'allyle....	$C_{16}\ H_{20}\ O_8$	206,5	44,08	44
15	Aldehyde butylique	$C_8\ H_{16}\ O_2$	70.5	26.06	26
16	Acro — aldehyde	$C_8\ H_{16}\ O_4$	110	28,56	28
17	Toluol (anisène, benzoine)..	$C_{14}\ H_{16}$	109,2	29.93	30
18	Anisol.	$C_{14}\ H_{16}\ O_2$	150	31,74	32
19	Ether pyromucique	$C_{14}\ H_{16}\ O_6$	209	36.11	36
20	Phénol...	$C_{12}\ H_{12}\ O_2$	186.8	25.42	26
21	Acide benzoïque..	$C_{14}\ H_{12}\ O_4$	250	29,00	30
22	Cinnamène	$C_{16}\ H_{16}$	146	30,86	32
23	Ether méthyl benzoïque .	$C_{16}\ H_{16}\ O_4$	198,8	35 81	36
24	Ether méthyl — salicylique	$C_{16}\ H_{16}\ O_6$	222	38,18	38
25	Alcool méthylique.........	$C_2\ H_8\ O_2$	64,0	11,86	12

Dans un appendice à ce Mémoire se trouvent les noms des différents observateurs des points d'ébullition et les résultats de leurs observations.

5. Le tableau I montre clairement qu'il y a des groupes de corps, $C_p\ H_q\ O_r$, pour lesquels on a par rapport à l'eau :

$$d = p + q + r \quad (5)$$

6. En prenant dans ce tableau deux corps, A et B, on peut encore exprimer le rapport de la formule 5 par la formule suivante :

$$\frac{d}{d'} = \frac{p + q + r}{p' + q' + r'} \quad (6)$$

7. Les corps du tableau I présentent évidemment un cas spécial d'une loi générale, et la formule 6 est nécessairement applicable à tous les corps $C_p\ H_q\ O_r$ sans exception ; seulement elle contiendra, pour les corps autres que ceux du tableau I, des termes ou éléments qui, dans le cas spécial des corps du tableau I, se sont évanouis et qu'il s'agit de retrouver.

8. Car l'unité choisie (l'eau) étant arbitraire, rien n'empêche de choisir d'autres corps qui ne se trouvent pas dans le tableau, par exemple l'alcool éthylique $C_4\ H_{12}\ O_2$ ou l'alcool amylique $C_{10}\ H_{24}\ O_2$; — en faisant donc, quant au premier de ces corps, $d' = 18$, ou quant au second, $d' = 36$, on obtiendra d'autres tableaux analogues au tableau I.

9. On peut donc admettre en principe, pour tous les corps $C_p\ H_q\ O_r$ la loi suivante :

« Les densités de vapeurs (à pression égale et à des températures correspondantes), sont en raison directe des nombres d'atomes, $p + q + r$; *sauf d'autres circonstances inconnues, dont dépendent ces densités.* »

10. La comparaison du tableau I avec les tableaux mentionnés dans le paragraphe 8, fera connaître les circonstances inconnues.

11. Soient les points d'ébullition de l'alcool, $C_4\ H_{12}\ O_2 = 78°,0$, et celui de l'alcool amylique, $C_{10}\ H_{24}\ O_2 = 132,1$, alors les densités d de ces deux corps, par rap-

port à l'eau, se calculeront par la formule 4 à 16,29 et 27.01.

12. En mettant la formule 5 sous la forme :

$$\frac{p + q + r}{d} = 1 \quad (7)$$

cette formule deviendra, pour des corps autres que ceux du tableau I :

$$\frac{p + q + r}{d} = x \quad (8)$$

13. On aura donc pour l'alcool éthylique, $C_4\,H_{12}\,O_2$:

$$\frac{18}{16,29} = 1,105 = x$$

et pour l'alcool amylique, $C_{10}\,H_{24}\,O_2$:

$$\frac{36}{27,01} = 1,332 = x'$$

14. Par conséquent la formule 6, dans sa forme complète et applicable à tous les corps $C_p\,H_q\,O_r$ en général, sera :

$$\frac{d}{d'} = \frac{p + q + r}{p' + q' + r'} \times \frac{x'}{x} \quad (9)$$

15. Il reste à rechercher les relations qui existent entre les nombres x et x', de manière à pouvoir les déterminer à priori.

16. On peut appeler les nombres x et x' les *déviations* des corps.

17. La série homologue des éthers $C_n\,H_{2n}\,O_4$ donne les déviations contenues dans le tableau suivant :

TABLEAU II.

Numéro d'ordre.	Formules.	Points d'ébullition moyens.	Valeur calculée de d.	q + q + v	$x = \text{dév.} = \frac{p+q+r}{d}$
1	$C_2\ H_4\ O_4$	?	?	10	?
2	$C_4\ H_8\ O_4$	34.0	24,30	16	0 6548
3	$C_6\ H_{12}\ O_4$	55.3	28,02	22	0.7851
4	$C_8\ H_{16}\ O_4$	74.2	31.51	28	0.8886
5	$C_{10}\ H_{20}\ O_4$	96.8	34,30	34	0.9912
6	$C_{12}\ H_{24}\ O_4$	114,1	37.26	40	1,073
7	$C_{14}\ H_{28}\ O_4$	132 3	39,86	46	1,154
8	$C_{16}\ H_{32}\ O_4$	158.5	41,59	52	1,250
9	$C_{18}\ H_{36}\ O_4$	?		58	
10	$C_{20}\ H_{40}\ O_4$	192 3	45.96	64	1,392

18. En calculant les déviations des différents corps $C_p\ H_q\ O_r$, on retrouve continuellement les mêmes nombres que ceux du tableau II ; comme le nombre de ces corps, dont les points d'ébullition sont déterminés, n'est pas grand, on peut en conclure d'avance que le nombre des déviations n'est pas considérable, du moins pour les corps dont les points d'ébullition peuvent être mesurés par le thermomètre.

19. Les déviations du tableau II sont celles de toutes les séries homologues et se suivent dans le même ordre.

20. Des corps isomères ont souvent les mêmes points d'ébullition ; Kopp a prouvé cette propriété pour les éthers isomères de la série $C_n\ H_{2n}\ O_4$: ces corps ont donc la même déviation.

21. Il y a cependant beaucoup de corps isomères qui bouillissent à des températures très-différentes, par exemple l'éther formique, qui bout à 55°, et l'acide propionique, qui bout à 141°. Comme ces deux corps ont la même formule, $C_6\ H_{12}\ O_4$, il s'ensuit que les déviations sont

indépendantes des poids atomiques et des nombres p + q + r.

22. Il devient probable, dès lors, que les déviations différentes sont liées entre elles par quelque formule simple.

23. En mettant dans la formule

$$\text{dev} = \sqrt{\frac{m}{5}} \qquad (10)$$

m successivement = 1, 2, 3, 4, 5, etc., on obtient les nombres du tableau suivant :

TABLEAU III.

m	DÉVIATION	m	DÉVIATION.
1	0,4472	6	1 095
2	0,6324	7	1,183
3	0,7745	8	1,264
4	0,8944	9	1 341
5	1,——	10	1,414

24. La formule 10 peut être déduite d'une certaine propriété des volumes spécifiques liquides aux points d'ébullition ; cette déduction se trouve dans une autre partie de ce mémoire ; je commencerai par faire voir la concordance entre les nombres du tableau III et les résultats de l'observation.

25. La formule 8 devient, en y substituant :

$$x = \text{dev}$$

et en transposant :

$$d \times \text{dev} = p + q + r \qquad (11)$$

26. Il y a des séries homologues qui commencent par le premier terme du tableau III = 0,4472 et qui contiennent ainsi toutes les déviations, à commencer par la

première ; on peut appeler ces séries des *séries complètes ;* comme les premiers membres des séries manquent souvent, on pourra considérer comme série complète, celle dont le $m^{ième}$ corps a la déviation qui lui convient suivant le tableau III.

Quand dans une série homologue les premières déviations manquent, ce qui arrive souvent, on peut appeler cette série une *série incomplète.*

27. Les tableaux suivants contiennent les résultats de la formule 11, appliquée aux principales séries connues.

TABLEAU IV.

Ethers $C_n H_{2n} O_4$.

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition moyens.	Valeur calculee de d.	Déviations admises.	d dev = p+q+r	p+q+r
1	Corps inconnu.	$C_2 H_4 O_4$	?		0.4472		10
2	Ether methylformique........	$C_4 H_8 O_4$	34 0	24,30	0,6324	15,37	16
3	Diverses combinaisons isomères connues.	$C_6 H_{12} O_4$	55,3	28 02	0,7745	21,71	22
4		$C_8 H_{16} O_4$	74.2	31.51	0,8944	28.19	28
5		$C_{10} H_{20} O_4$	96.8	34.30	1,——	34.30	34
6		$C_{12} H_{24} O_4$	114.1	57.26	1,095	40 81	40
7		$C_{14} H_{28} O_4$	132 3	39,86	1,183	47,16	46
8		$C_{16} H_{32} O_4$	158,5	41.59	1.264	52,49	52
9		$C_{18} H_{36} O_4$	?	?	1.341		58
10		$C_{20} H_{40} O_4$	192,3	45.96	1,414	65,01	64

TABLEAU V.

Ethers $C_n H_{2n+4} O_2$

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition moyens.	Valeur calculée de d.	Déviations admises.	d.dev = p+q+r	p+q+r
1	Corps inconnu.....	H_4 O_2	?		0.4472		6
2	» »	C_2 H_8 O_2	?		0,6324		12
3	Ether méthylique.	C_4 H_{12} O_2	— 21	22.70	0 7745	17.58	18
4	» méthyl.éthylique	C_6 H_{16} O_2	+ 11	26,27	0,8944	23.48	24
5	» ordinaire	C_8 H_{20} O_2	35	29 87	1,——	29,87	30
6		C_{10} H_{24} O_2	?		1,095		36
7	» méthyl-amylique et is.	C_{12} H_{28} O_2	75,4	36,40	1,183	43.07	42
8	» éthyl amylique	C_{14} H_{32} O_2	112	37,46	1.264	47.39	48
9		C_{16} H_{36} O_2	?		1.341		54
10		C_{18} H_{40} O_2	?		1,414		60
11	» amylique	C_{20} H_{44} O_2	174,5	43 90	1,483	65,11	66

TABLEAU VI.

Benzine, anisène, etc.

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition moyens.	Valeur calculée de d.	Déviations admises.	$\frac{d\ dev}{p+q+r}$	p+q+r
1		C_6			0.4472		6
2	Corps inconnus.	$C_8\ H_4$			0,6324		12
3		$C_{10}\ H_8$			0.7745		18
4	Benzine	$C_{12}\ H_{12}$	84,1	27 16	0.8944	24.29	24
5	Toluol (anisène)	$C_{14}\ H_{16}$	109,2	29.93	1,— —	29.93	30
6	Xylol.	$C_{16}\ H_{20}$	127 6	32,89	1.095	36.03	36
7	Cumol	$C_{18}\ H_{24}$	149 3	35,35	1,183	41.83	42
8	Cymol	$C_{20}\ H_{28}$	173,1	37,35	1,264	47,24	48

TABLEAU VII.

Ether méthylbenzoïque et homologues.

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition moyens.	Valeur calculée de d.	Déviations admises.	$\frac{d\ dev}{p+q+r}$	p+q+r
1		$C_8\ O_4$			0.4472		12
2	Corps inconnus	$C_{10}\ H_4\ O_4$			0.6324		18
3		$C_{12}\ H_8\ O_4$			0 7745		24
4		$C_{14}\ H_{12}\ O_4$			0 8944		30
5	Ether méthylbenzoïque	$C_{16}\ H_{16}\ O_4$	198.8	35 84	1 — —	35.84	36
6	Ether benzoïque	$C_{18}\ H_{20}\ O_4$	209 6	38.64	1.095	42 33	42
7		$C_{20}\ H_{24}\ O_4$	228,0	40,70	1.183	48,15	48
8		$C_{22}\ H_{28}\ O_4$	?		1,264		54
9	Ether amylbenzoïque	$C_{24}\ H_{32}\ O_4$	256,8	45,07	1,341	60.47	60

TABLEAU VIII.

Ether méthylsalicylique et homologues.

Numéro d'ordre	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition moyens.	Valeur calculée de d.	Déviations admises.	$\frac{d\ dev}{p+q+r}$	p + q + r
1	Corps inconnus.	$C_8\ O_6$			0.4472		14
2		$C_{10}\ H_4\ O_6$			0.6324		20
3		$C_{12}\ H_8\ O_6$			0,7745		26
4		$C_{14}\ H_{12}\ O_6$			0,8944		32
5	Ether méthylsalicylique......	$C_{16}\ H_{16}\ O_6$	222	38.18	1.— —	38 18	38
6		$C_{18}\ H_{20}\ O_6$	248	39,61	1,095	43.39	44
7		$C_{20}\ H_{24}\ O_6$	257,2	42,21	1,183	49,94	50
8		$C_{22}\ H_{28}\ O_6$			1,264		56

TABLEAU IX.

Aldehydes et acétones.

Numéro d'ordre	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition moyens.	Valeur calculée de d.	Déviations admises.	$\frac{d\ dev}{p+q+r}$	p + q + r
1	Methylaldehyde	$C_2\ H_4\ O_2$	?				8
2	Ethylaldehyde......................	$C_4\ H_8\ O_2$	21 2	18,59	0 7745	14.40	14
3	Acétone	$C_6\ H_{12}\ O_2$	55.8	21.93	0,8944	19.63	20
4	Butyl-aldehyde......	$C_8\ H_{16}\ O_2$	70.5	26.08	1.— —	26,08	26
5	Valeralaldehyde	$C_{10}\ H_{20}\ O_2$	94,5	29.01	1,095	31.78	32

TABLEAU X.

Alcools $C_n H_{2n+4} O_2$

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition moyens.	Valeur calculée de d.	Déviations admises.	d.dev = p+q+r	p+q+r
1	Corps inconnu	$H_4 O_2$					6
2	Alcool méthylique	$C_2 H_8 O_2$	64,1	11,80	1,——	11,80	12
3	» éthylique	$C_4 H_{12} O_2$	78,0	16,29	1,095	17,85	18
4	» propylique	$C_6 H_{16} O_2$	96	20,22	1,183	23,92	24
5	» butylique	$C_8 H_{20} O_2$	109	24,09	1,264	30,47	30
6	» amylique	$C_{10} H_{24} O_2$	132,1	27,01	1,341	36,24	36
7	» capronique	$C_{12} H_{28} O_2$	151	29,91	1,414	42,31	42

TABLEAU XI.

Acides anhydres $C_n H_{2n-4} O_6$

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition moyens.	Valeur calculée de d.	Déviations admises.	d.dev = p+q+r	p+q+r
1	Acide formique	$C_4 H_4 O_6$			0,4472		14
2					0,6324		20
3	» acétique	$C_8 H_{12} O_6$	137.4	30,60	0,7745	23,70	26
4					0.8944		32
5	» propionique	$C_{12} H_{20} O_6$	165	36,90	1,——	36,90	38
6					1.095		44
7	» butyrique	$C_{16} H_{28} O_6$	190	42,43	1,183	50,20	50
8					1,264		56
9	» valérianique	$C_{20} H_{36} O_6$	215	47,39	1,341	63,58	62

TABLEAU XII.

Acides hydratés $C_n H_{2n} O_4$

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition moyens.	Valeur calculée de d.	Déviations admises.	d dev = p+q+r	p+q+r
1	Acide formique..................	$C_2 H_4 O_4$	100,8	15,30	0,6324	9 68	10
2	» acétique.....................	$C_4 H_8 O_4$	117,6	19,10	0,7745?	14,79	16
				19,10	0,8914	17,08	16
3	» propionique...............	$C_6 H_{12} O_4$	141,2	22.21	1,——	22,21	22
4	» butyrique..................	$C_8 H_{16} O_4$	159.8	25 28	1,095	27,69	28
5	» valerianique...............	$C_{10} H_{20} O_4$	175,2	28.30	1,183	33,48	34
6	» capronique.................	$C_{12} H_{24} O_4$	201,7	30,38	1,264	38,43	40
				30,38	1,341	40,76	40

28. Le tableau XII, acides $C_n H_{2n} O_4$, présente des singularités ; entre les déviations de l'acide formique, $C_2 H_4 O_4$, et de l'acide propionique, $C_6 H_{12} O_4$, il y a deux déviations, 0,7745 et 0,8944, tandis qu'il n'y a qu'un seul acide, l'acide acétique; et la déviation de cet acide est incertaine, étant à peu près intermédiaire entre les nombres 0,7745 et 0,8944.

29. Jusqu'ici je n'ai parlé que des corps, $C_p H_q O_r$.

Avant d'étendre les considérations précédentes aux corps renfermant du chlore ou d'autres éléments, une définition préliminaire sera nécessaire.

30. J'ai appelé *équivalent d'ébullition* le nombre d'atomes d'un corps ; l'équivalent d'ébullition d'un corps $C_p H_q O_r$ est $= p + q + r$; l'équivalent d'ébullition du carbone est $= 1$, ainsi que celui de l'hydrogène et de l'oxygène, c'est-à-dire, quand les poids atomiques respectifs sont $= 6$, $^1/_2$ et 8.

31. En prenant maintenant un corps :

$$C_p H_q O_r Cl$$

par exemple, le chlorure d'éthyle $C_4 H_{10} Cl$, il faut commencer à faire simultanément deux suppositions : premièrement que l'équivalent d'ébullition serait pareillement $= 1$; alors ce serait un corps simple, comme C, H et O, ou bien que l'équivalent d'ébullition serait plus grand que 1 : alors le chlore serait un corps composé.

32. Dans toutes les formules, dans lesquelles entrera le signe eq, il signifiera l'équivalent d'ébullition ; pour un corps $C_p H_q O_r Cl_s$ on aura :

$$eq = p + q + r + (s \times \text{l'équivalent du chlore}).$$

33. En substituant dans la formule 11

$$p + q + r = eq \qquad (12)$$

cette formule deviendra :

$$d.dev = eq \qquad (13)$$

La formule 13 s'étend aux corps renfermant du chlore ou d'autres éléments.

34. Le chlorure d'éthyle, $C_4 H_{10} Cl$, bouillant à 11°, on a d = 28.24, et par conséquent

$$(13) \qquad 28.24 \times dev = eq.$$

35. Cette dernière formule contient deux inconnues; pour obtenir eq. il faut déterminer dev.

36. Etant donné un corps $C_p H_q O_r Cl_s$, dont soient connus le point d'ébullition et le volume spécifique liquide, il y a plusieurs cas dans lesquels on peut déterminer avec certitude la déviation, ce qui fait connaître l'équivalent d'ébullition.

37. Premièrement, les produits de substitution ont la même déviation que les corps originaires.

Cette propriété résulte de l'observation, ce que je pourrai faire voir dans ce mémoire.

La seconde manière de déterminer les déviations est la conséquence d'une certaine propriété des volumes liquides aux points d'ébullition ; cette propriété a déjà été mentionnée ; je l'exposerai plus loin.

38. En admettant, provisoirement, que la déviation ne change pas par la substitution, j'observerai que l'éther propionique, $C_{10} H_{20} O_4$. a la déviation = 1 (tableau I).

39. Le produit de substitution, $C_{10} H_{18} O_4 Cl$ aura donc la même déviation.

Son point d'ébullition étant 150° (Wurtz), on a d = 40,12.

40. Pour les corps, dont la déviation est = 1, on a par la formule 13 :

$$d = eq \qquad (14)$$

41. On a donc pour l'éther chloropropionique $C_{10}\ H_{18}\ O_4\ Cl$:

$$d = eq = \qquad 40,12$$

Et en soustrayant :

$$p + q + r = 10 + 18 + 4 = \qquad 32,-$$

Il reste : équivalent d'ébullition du chlore = 8,12

42. Le chlore serait donc un corps, composé de 8 atomes élémentaires, dont les propriétés d'ailleurs sont inconnues.

En effet, le nombre 8 est confirmé par des calculs analogues sur un grand nombre de corps.

43. J'ai admis dans les 4 tableaux suivants le nombre 8 pour l'équivalent d'ébullition du chlore ; j'ai admis, en outre, que les séries de ces tableaux étaient des séries complètes ; le motif de cette seconde hypothèse se trouvera plus loin.

TABLEAU XIII.

Ethers $C_n H_{2n+2} Cl$.

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition.	Noms des observateurs.	Valeur calculée de d.	Déviations.	d dev = eq.	Equivalents d'ébullition.
1	Acide chlorhydrique.....	$H_2 Cl$	?			0,4472		10
2	Chlorure de méthyle.....	$C_2 H_6 Cl$	—,20	Berthelot	24,81	0,6324	15,69	16
3	» d'éthyle	$C_4 H_{10} Cl$	+ 11	Pierre	28,24	0,7745	21,87	22
4	» de propyle... ..	$C_6 H_{14} Cl$	40	Berthelot	31,35	0,8944	28,02	28
5	» de butyle... ...	$C_8 H_{18} Cl$	70	Wurtz	33,53	1,——	33,53	34
6	» d'amylé.. ...	$C_{10} H_{22} Cl$	101,3	moyenne de 4 observ.	35,38	1,095	38,75	40

TABLEAU XIV.

Corps $C_n H_{2n} Cl_2$.

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition.	Noms des observateurs.	Valeur calculée de d.	Déviations.	d dev = eq.	Equivalents d'ébullition.
1	Chlore.....	Cl_2	?			0,4472		16
2	Chlor. méthyle monochloruré	$C_2 H_4 Cl_2$	30,5	Regnault	34,82	0 6324	22,02	22
3	» d'éthyle monochloruré	$C_4 H_8 Cl_2$	64	Regnault	36,52	0,7745	28,29	28
4	» de propylène	$C_6 H_{12} Cl_2$	103	Reynoldt	37,37	0,8944	33,42	34
5	» de butylène...	$C_8 H_{16} Cl_2$	122,3	H. Kopp	39,94	1,——	39,91	40

TABLEAU XV.

Produits de substitution d'éthers $C_n H_{2n} O_4$

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition.	Noms des observateurs.	Valeur calculée de d.	Déviations.	d.dev = eq.	Equivalents d'ébullition.
1	Produits de substitution.	$C_2 H_2 Cl O_4$	?			0,4472		16
2		$C_4 H_6 Cl O_4$	80	Chancel	33,28	0,6324	21,05	22
3		$C_6 H_{10} Cl O_4$	95	Chancel	36,66	0 7745	28.39	28
4		$C_8 H_{14} Cl O_4$	113,5	Williamson	36,57	0,8944	32.71	34
5		$C_{10} H_{18} Cl O_4$	150	Wurtz	40.12	1,——	40,12	40
6		$C_{12} H_{22} Cl O_4$	150—160	?	43,22	1,095	47,31	46

TABLEAU XVI.

Chloracétyle et homologues $C_n H_{2n-2} Cl O_2$.

Numéro d'ordre.	Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition.	Noms des observateurs.	Valeur calculée de d.	Déviations.	d.dev = eq.	Equivalents d'ébullition.
1	Chlorure de formyle	$C_2 H_2 Cl O_2$	?			0,4472		14
2	» d'acétyle.......	$C_4 H_6 Cl O_2$	55	Gerhardt	29,76	0,6324	18,82	20
3	» de propionyle. .	$C_6 H_{10} Cl O_2$	80	Berthelot et Hoffmann	32,58	0,7745	25,24	26
4	» de butyryle.....	$C_8 H_{14} Cl O_2$	95	Hoffmann	35.98	0,8944	32.18	32
5	» valéryle........	$C_{10} H_{18} Cl O_2$	117,5	Berthelot et Hoffmann	38,37	1,——	38,37	38

44. Les corps du tableau XIV peuvent être considérés comme dérivant par substitution de ceux du tableau XIII. L'on voit que les déviations sont les mêmes.

Les corps du tableau XV ont de même les déviations des corps originaires (tableaux II et IV).

Le tableau suivant contient encore quelques produits de substitution avec les corps originaires.

TABLEAU XVII

Désignation des corps.	FORMULES.	Points d'ébullition	Nom des observateurs.	Valeur calculée de d.	Déviations.	d dev. = eq.	Equivalents d'ébullition
Benzine tableau VI)	$C_{12}\ H_{12}$	81,1	tabl. VI	27,16	0,8944	24,29	24
Chlorure de phenyle	$C_{12}\ H_{10}\ Cl$	136	Scrugham	34,20	0,8944	30,59	30
Chlorbenzide	$C_{12}\ H_6\ Cl_3$	210	Mitscherlich	46.72	0,8944	41,79	42
Naphthaline	$C_{20}\ H_{16}$	216,7	H. Kopp	32,54	1,095	35,64	36
Clornaphthyle	$C_{20}\ H_{14}\ Cl$	260	Carius	37,90	1.095	41,52	42
Chlorure de méthyle	$C_2\ H_6\ Cl$	— 20	Berthelot	24,81	0,6324	15,69	16
1er produit	$C_2\ H_4\ Cl_2$	30,5	Regnault	34.82	0,6324	22,02	22
2me » [1]	$C_2\ H_2\ Cl_3$	62	Pierre	44 35	0 6324	28.05	28
3me »	$C_2\ Cl_4$	78	Pierre	54,55	0,6324	34,50	34

[1] Chloroforme.

45. Je passe maintenant à la communication de quelques observations que j'ai faites, quant aux propriétés des volumes spécifiques liquides, et de la manière dont on peut déduire de ces propriétés la formule 10

$$\mathrm{dev} = \sqrt{\frac{m}{5}}$$

46. Les volumes spécifiques liquides, aux points d'ébullition respectifs des trois corps suivants, sont suivant Pierre :

Chlorure d'éthyle	$C_4\ H_{10}\ Cl$	= 71,2
Bromure d'éthyle	$C_4\ H_{10}\ Br$	= 78,4
Iodure d'éthyle	$C_4\ H_{10}\ I$	= 86,1

Ces corps bouillissent, suivant le même observateur, respectivement à 11°, 41° et 71°.

Maintenant on a pour ces trois corps :

$$C_4\ H_{10}\ Cl \qquad 71{,}2 \times \frac{273}{273+11} = 68{,}4$$

$$C_4\ H_{10}\ Br \qquad 78{,}4 \times \frac{273}{273+41} = 68{,}2$$

$$C_4\ H_{10}\ I \qquad 86{,}1 \times \frac{273}{273+71} = 68{,}3$$

47. Il résulte de ce calcul que les volumes liquides de ces trois corps, aux points d'ébullition (s^0 et s'^0), sont à très-peu près exactement en raison directe avec les points d'ébullition (+ 273), ce qu'on peut exprimer par la formule :

$$\frac{\mathrm{vols}}{\mathrm{vols'}} \quad \frac{273 + s}{273 + s'} \qquad (15)$$

48. Ce phénomène n'est pas une concordance fortuite, mais se retrouve dans des circonstances parfaitement limitées.

49. On peut appeler *volume réduit* le nombre 68, c'est-

à-dire le volume liquide, à s°, multiplié par la fraction : $\frac{273}{273 + s}$

$$\text{volr} = \text{vols}\ \frac{273}{273 + s} \qquad (16)$$

50. Ont un volume réduit égal, entr'autres : les combinaisons de l'amyle avec le chlore, le brome et l'iode, et celles du méthyle avec les mêmes corps :

$C_2\ H_6\ Cl$ [1]	$C_2\ H_6\ Br$	$C_2\ H_6\ I$
$C_{10}\ H_{22}\ Cl$	$C_{10}\ H_{22}\ Br$	$C_{10}\ H_{22}\ I$

51. L'égalité des volumes réduits de deux corps, A et B, donne lieu à des conséquences importantes :

Ainsi, il résulte de la formule 15, que quand on a :

$$s = s'$$

on aura aussi :

$$\text{vols} = \text{vols}'$$

c'est-à-dire, quand les points d'ébullition seront égaux (ou presque égaux), on observera la même égalité pour les volumes spécifiques liquides.

En prenant un centimètre cube de liquide de A et de B (aux points d'ébullition), et en réduisant ces centimètres cubes en vapeur, à la pression de 0,76 (ou à toute autre pression), ces deux centimètres fourniront exactement chacun un nombre égal de centimètres cubes de vapeur.

Quand, au contraire, A et B auraient des volumes réduits différents, des centimètres cubes de liquides produiront des quantités inégales de vapeur, quantités (en centimètres cubes) que j'appellerai a et b, on aura dans ce cas :

$$\frac{\text{volr}}{\text{volr}'} = \frac{b}{a} \qquad (17)$$

[1] Le volume spécifique liquide de ce corps, qui est gazeux à la température ordinaire, n'est pas connu.

52. On peut appeler *expansions* les quantités a et b, alors la formule 17 sera :

$$\frac{\text{vol r}}{\text{vol r}'} = \frac{\exp'}{\exp} \qquad (18)$$

53. On peut se représenter l'expansion encore de la manière suivante :

Soit P le poids d'un litre d'un corps à l'état liquide, et P' le poids d'un litre du même corps en vapeur (pris tous deux au point d'ébullition), alors on aura :

$$\exp = \frac{P}{P'} \qquad (19)$$

Je rappellerai ici que l'expansion, sous d'autres noms, a été l'objet de considérations importantes de plusieurs physiciens (Andrews, Schiel).

54. Pour les corps différents, qui composent une *série complète,* on trouve pour les volumes réduits les mêmes nombres qui se suivent toujours dans le même ordre.

Quoique les actions moléculaires masquent souvent beaucoup de rapports simples, on peut reconnaître dans beaucoup de séries les nombres suivants :

TABLEAU XVIII.

m	Volumes réduits.	Déviations correspondantes.
1	?	0,4472
2	56	0,6324
3	68	0,7745
4	84	0,8944
5	93	1,——
6	103	1.095

C'est la succession régulière des nombres 56, 68, 84, etc., qui donne l'indication que la série, dans laquelle

on observe ces nombres, est véritablement une série complète.

55. Le tableau suivant contient les volumes réduits de la série des éthers $C_n H_{2n} O_4$: les volumes spécifiques aux points d'ébullition sont chacun les moyennes d'un assez grand nombre d'expériences (de H. Kopp et d'autres), et il en est de même pour les points d'ébullition.

TABLEAU XIX.

m	Formules.	Points d'ébullition.	Volumes spécifiques aux points d'ébullition.	Volumes réduits.
1	$C_2 H_4 O_4$	?		?
2	$C_4 H_8 O_4$	34,0	63,5	56,4
3	$C_6 H_{12} O_4$	55,3	85,1	70,8
4	$C_8 H_{16} O_4$	74,2	107,4	84,4
5	$C_{10} H_{20} O_4$	96,8	129,1	95,3
6	$C_{12} H_{24} O_4$	114,1	149,4	105,3
7	$C_{14} H_{28} O_4$	132,1	174,0	117,2

56. Comme il y a peu de séries complètes dont on ait observé les volumes liquides, pour plus d'un seul membre, il n'est pas possible de donner beaucoup de tableaux, comme le tableau XIX.

Je pourrai cependant montrer la concordance nécessaire pour les cinq séries complètes suivantes :

1° Ethers $C_n H_{2n} O_4$.
2° » $C_n H_{2n} + 2$ Cl.
3° » $C_n H_{2n} + 2$ Br.
4° » $C_n H_{2n} + 2$ I.
5° » $C_n H_{2n} Cl_2$.

57. Jusqu'ici nous avons trouvé pour m = 3, les nombres : 68,4; 68,2; 68,3, et 70,8.

Le chlorure d'éthyle monochloruré, $C_4 H_8 Cl_2$, boût à

64° (Regnault), et a un volume liquide 86,9 (observation de Regnault et calcul de Kopp); il résulte de là : volr = 70,4.

58. Pour m = 2, on a (tableau XIX) volr = 56,4; on peut ajouter les exemples suivants :

(J'ai pris les données dans les mémoires de Kopp. *Annalen der Chemie und der Pharmacie*, 1855).

NOMS DES CORPS	Formules.	s	vols	volr
Chlorure de méthyle monochlor.	$C_2 H_4 Cl_2$	30,5	64,5	58,0
Bromure de méthyle	$C_2 H_6 Br$	13	58,2	55,6
Iodure de méthyle	$C_2 H_6 I$	44	65,4	56,3

59. Pour m = 1 les observations manquent.

La déviation 0,4472 appartient en général à des corps gazeux, Cl_2, H_2 Cl_2, etc.

60. Pour m 4, il n'y a qu'un seul nombre 84,4 (tableau XIX).

61. Pour m = 5, on a (tableau XIX) 95,3; on peut ajouter les exemples suivants :

		s	vols	volr
Chlorure de butylène	$C_8 H_{16} Cl_2$	123	133,7	92,0
Ether ordinaire	$C_8 H_{20} O_2$	35,2	106,1	94,0
Ether carbonique	$C_{10} H_{20} O_6$	125,5	139,1	95,3
Ether oxalique	$C_{12} H_{20} O_8$	184 6	166,9	99,6

62. Pour m = 6, on a :

		s	vols	volr
Ether	$C_{12} H_{24} O_4$ (tabl XIX)			105,3
Chlorure d'amyle	$C_{10} H_{22} Cl$	102	137,0	99,7
Bromure d'amyle	$C_{10} H_{22} Br$	119	149,2	103,9
Iodure d'amyle	$C_{10} H_{22} I$	147	158,8	103,2

Quant au chlorure d'amyle, j'observerai que, quand sa déviation (tableau XIII) est = 1,095, son point d'ébullition théorique est = 89,6, et son volume réduit = 101,2.

63. On peut représenter toutes les observations, quant aux volumes réduits, dans le tableau suivant:

TABLEAU XX.

m	ÉTHERS $C_2 H_{2n} O_4$.	$C_n H_{2n} + 2\ Cl$.	$C_n H_{2n} + 2\ Br$.	$C_2 H_{2n} + 2\ I$.	$C_n H_{2n} Cl_2$.	Volumes réduits.
1	$C_2 H_4 O_4$	$H_2 Cl$	$H_2 Br$	$H_2 I$	Cl_2	?
2	$C_4 H_8 O_4$	$C_2 H_6 Cl$	$C_2 H_6 Br$	$C_2 H_6 I$	$C_2 H_4 Cl_2$	56
3	$C_6 H_{12} O_4$	$C_4 H_{10} Cl$	$C_4 H_{10} Br$	$C_4 H_{10} I$	$C_4 H_8 Cl_2$	68
4	$C_8 H_{16} O_4$	$C_6 H_{14} Cl$	$C_6 H_{14} Br$	$C_6 H_{14} I$	$C_6 H_{12} Cl_2$	84
5	$C_{10} H_{20} O_4$	$C_8 H_{18} Cl$	$C_8 H_{18} Br$	$C_8 H_{18} I$	$C_8 H_{16} Cl_2$	93
6	$C_{12} H_{24} O_4$	$C_{10} H_{22} Cl$	$C_{10} H_{22} Br$	$C_{10} H_{22} I$	$C_{10} H_{20} Cl_2$	103
7	$C_{14} H_{28} O_4$	$C_{12} H_{26} Cl$	$C_{12} H_{26} Br$	$C_{12} H_{26} I$	$C_{12} H_{24} Cl_2$	117

64. Il résulte de ce tableau :

Des corps A, B, C, D, etc. (appartenant à des *séries complètes différentes*), qui occupent, chacun dans sa série respective, le même rang, ont le même volume réduit.

65. L'on sait, par les tableaux IV, XIII et XIV, que les corps du second rang :

$$C_4\,H_8\,O_4;\quad C_2\,H_6\,Cl;\quad \text{et}\quad C_2\,H_4\,Cl_2$$

ont la même déviation, et qu'il en est de même (quant à ces trois séries) pour les corps du troisième rang, du quatrième, du $m^{ième}$ rang.

On peut donc admettre généralement :

Tous les corps A, B, C, D, etc., qui occupent le même rang, ont la même déviation.

66. On aura donc pour deux corps A et B (de séries différentes et du même rang) :

$$m = m'$$
$$dev = dev'$$
$$volr = volr'$$

on a de plus pour ces corps, par la formule 9 (x étant $= x'$),

$$\frac{d}{d'} = \frac{eq}{eq'} \quad (20)$$

et en substituant dans la formule 20 la formule 2,

$$\frac{d}{d'} = \frac{a \times 273 + s'}{a' \times 273 + s}$$

on obtient en transposant :

$$\frac{273 + s}{273 + s'} = \frac{a}{a'} \times \frac{eq'}{eq} \quad (21)$$

Ainsi les points d'ébullition (+ 273) pour A et B sont

en raison directe des poids atomiques, et en raison inverse des équivalents d'ébullition.

67. Parce que pour A et B les volumes réduits sont égaux, on a :

$$(15) \quad \frac{\text{vols}}{\text{vols}'} = \frac{273 + s}{273 + s'}$$

et par la combinaison de cette formule (15) avec la formule 21, il vient :

$$\frac{\text{vols}}{\text{vols}'} = \frac{a}{a'} \times \frac{eq'}{eq} \quad (22)$$

Ainsi, pour tous les corps du même rang, les volumes spécifiques sont en raison directe des poids atomiques, et en raison inverse des équivalents d'ébullition.

68. Il est important d'observer que les points d'ébullition :

$$273 + s \text{ et } 273 + s'$$

peuvent être considérés, comme *les volumes spécifiques des corps, dans l'état de vapeur, à la pression de* $0^{m},76$.

69. Pour des corps A, B, C, D, etc., *de rangs différents*, la loi du paragraphe 67 se modifiera de la manière suivante :

Les volumes spécifiques sont en raison directe des poids atomiques, et en raison inverse des équivalents d'ébullition, *sauf d'autres circonstances inconnues dont dépendent ces volumes.*

70. On peut prévoir que les *circonstances inconnues* auront rapport aux rangs des corps.

71. La série des éthers $C_n H_{2n} O_4$ est aujourd'hui la mieux connue, quant aux propriétés physiques de ses membres, spécialement par les travaux de Kopp.

Kopp a prouvé d'ailleurs que les acides isomères,

$C_n H_{2n} O_4$, ont respectivement les mêmes volumes spécifiques que les corps correspondants dans la série des éthers.

Kopp a de plus rassemblé, dans les *Annalen der Chemie und Pharmacie*, année 1855, les observations de beaucoup d'autres chimistes ou physiciens.

Quant au volume spécifique du corps, $C_2 H_4 O_4$, qui manque dans la série des éthers, il peut être remplacé par celui de l'acide formique.

En prenant donc la moyenne de toutes les observations, rapportées par Kopp, et en employant toutes les observations du volume spécifique, quant aux éthers et aux acides, j'ai fait le tableau suivant :

TABLEAU XXI.

Volumes spécifiques des éthers $C_n H_{2n} O_4$.

m	Formules.	Moyenne des volumes spécifiques observés.	Nombre des observations pour chaque volume.
1	$C_2 H_4 O_4$	41,3	2
2	$C_4 H_8 O_4$	63.5	7
3	$C_6 H_{12} O_4$	85,1	8
4	$C_8 H_{16} O_4$	107,4	9
5	$C_{10} H_{20} O_4$	129,1	9
6	$C_{12} H_{24} O_4$	149,4	7
7	$C_{14} H_{28} O_4$	174,0	6
8	$C_{16} H_{32} O_4$		
9	$C_{18} H_{36} O_4$		
10	$C_{20} H_{40} O_4$	244,1	1

72. Ces volumes sont maintenant (par 67) en raison directe des poids atomiques, et en raison inverse des équivalents d'ébullition qui, dans le cas actuel, sont les nombres $p + q + r$.

En multipliant donc les volumes par la fraction

$$\frac{eq}{a} \text{ ou } \frac{p + q + r}{a}$$

on obtiendra d'autres nombres qui ne contiendront plus que les circonstances inconnues mentionnées.

Le tableau suivant donne les *produits* de cette multiplication.

TABLEAU XXII.

Volumes liquides des éthers $C_n H_{2n} O_4$.

m	Formules.	Volumes liquides.	a	p+q+r	PRODUITS. vols $\times \frac{p+q+r}{a}$
1	$C_2 H_4 O_4$	41,3	46	10	8.98
2	$C_4 H_8 O_4$	63.5	61	16	16,93
3	$C_6 H_{12} O_4$	85.1	74	22	25.30
4	$C_8 H_{16} O_4$	107,4	88	28	34.17
5	$C_{10} H_{20} O_4$	129,1	102	34	43,03
6	$C_{12} H_{24} O_4$	149.4	116	40	51.52
7	$C_{14} H_{28} O_4$	174,0	130	46	61,57
8	$C_{16} H_{32} O_4$		144	52	
9	$C_{18} H_{36} O_4$		158	58	
10	$C_{20} H_{40} O_4$	244,1	172	64	90,83

73. Les *produits* sont évidemment en raison directe des nombres 1, 2, 3, 4, etc., correspondant aux rangs m des corps.

Car on a :

$$8,98 = 1 \times 8.98$$
$$16,93 = 2 \times 8,46$$
$$25,30 = 3 \times 8.43$$
$$34,17 = 4 \times 8,54$$
$$43,03 = 5 \times 8,60$$
$$51,52 = 6 \times 8.44$$
$$61,57 = 7 \times 8,79$$

$$= \ 8 \times$$
$$= \ 9 \times$$
$$90{,}83 = 10 \times 9{,}08$$

74. Il s'ensuit que le volume liquide d'un corps peut être exprimé par la formule :

$$\text{vols} = \frac{a}{eq}\, m\, M \quad (23)$$

dans laquelle m signifie le rang du corps dans sa série homologue, et M un nombre (théoriquement) constant, environ = 8,6, mais qui peut être influencé par l'action de forces moléculaires.

75. Pour deux corps, A et B (d'une seule série ou de séries différentes) on a :

$$\frac{\text{vols}}{\text{vols}'} = \frac{a}{a'} \times \frac{m}{m'} \times \frac{eq'}{eq} \quad (24)$$

Les formules 23 et 24 sont applicables aux corps des séries complètes, comme il résulte de l'égalité des volumes d'un éther $C_n\ H_{2n}\ O_4$ et d'un acide isomère.

76. On peut tirer plusieurs conséquences importantes des formules 23 et 24.

Par exemple : on peut expliquer par elles toutes les régularités (Regelmässigkeiten), observées par Kopp, quant aux volumes spécifiques.

Ainsi il en résulte que (abstraction faite des forces moléculaires spéciales à chaque corps) le volume liquide de l'alcool $C_4\ H_{12}\ O_2$ doit être théoriquement égal à la somme des volumes de l'éther $C_4\ H_{10}\ O$ et de l'eau $H_2\ O$; que le volume de l'acide acétique, $C_4\ H_8\ O_2$, doit être *égal à peu près* à la somme des volumes d'un atome d'acide anhydre, $C_4\ H_6\ O_3$, et d'un atome de l'eau $H_2\ O$; et encore, que des corps de composition différente peuvent avoir des volumes liquides égaux ou à peu près.

Il en résulte encore qu'il y a des séries de corps dont tous les membres ont (théoriquement) la même pesanteur spécifique aux points d'ébullition. (Alcools $C_n H_{2n} + {}_4 O_2$.)

Mais comme mon intention principale est de démontrer que le chlore, le brome, etc., sont des corps composés et renferment des nombres d'atomes qui peuvent être déterminés avec certitude, je ne puis m'occuper ici de ces circonstances.

77. En substituant dans la formule 9

$$\frac{d}{d'} = \frac{p + q + r}{p' + q' + r'} \times \frac{x'}{x}$$

la formule 2

$$\frac{d}{d'} = \frac{a}{a'} \times \frac{273 + s'}{273 + s}$$

et les formules :

$$\frac{p + q + r}{p' + q' + r'} = \frac{eq}{eq'} \text{ et } \frac{x'}{x} = \frac{dev'}{dev}$$

on a en transposant :

$$\frac{273 + s}{273 + s'} = \frac{a}{a'} \times \frac{dev}{dev'} \times \frac{eq'}{eq} \quad (25)$$

en comparant la formule 25 avec la formule 24

$$\frac{vols}{vols'} = \frac{a}{a'} \times \frac{m}{m'} \times \frac{eq'}{eq}$$

on voit clairement qu'il doit exister une formule simple, qui lie ensemble les deux rapports :

$$\frac{dev}{dev'} \text{ et } \frac{m}{m'}$$

et cela d'autant plus qu'on sait déjà (paragraphe 66) que, quand on a simultanément :

$$dev = dev'$$

et

$$m = m'$$

alors on a aussi :

$$\frac{\text{vols}}{\text{vols}'} = \frac{273 + \text{s}}{273 + \text{s}'}$$

78. Soit

$$\frac{\text{dev}}{\text{dev}'} = \text{f}\left(\frac{\text{m}}{\text{m}'}\right) \quad (26)$$

pour m′ = 5 [1], on a dev′ = 1 ; en substituant ces valeurs dans 26, on a :

$$\text{dev} = \text{f}\left(\frac{\text{m}}{5}\right) \quad (27)$$

Maintenant le rapport, exprimé par la formule 27, est si simple qu'on peut facilement le deviner ; ce rapport, en effet, est exprimé par la formule 10 :

$$\text{dev} = \sqrt{\frac{\text{m}}{5}}$$

et pour s'en convaincre, on n'a qu'à comparer les valeurs des déviations observées du tableau 2 avec celles des déviations calculées du tableau III.

79. Il résulte de la formule 16

$$\text{volr} = \text{vols}\,\frac{273}{273 + \text{s}}$$

que les volumes réduits sont en raison directe des volumes spécifiques, et en raison inverse des points d'ébullition (+ 273).

$$\frac{\text{volr}}{\text{volr}'} = \frac{\text{vols}}{\text{vols}'} \times \frac{273 + \text{s}'}{273 + \text{s}} \quad (28)$$

En substituant dans la formule 28 les formules 24 et 25, il résulte :

$$\frac{\text{volr}}{\text{volr}'} = \frac{\text{m}}{\text{m}'} \times \frac{\text{dev}'}{\text{dev}} \quad (29)$$

60. La formule 29 est générale pour tous les corps

[1] Il est indifférent de faire m ou m′ = 5, dev ou dev′ = 1.

des séries complètes et incomplètes, mais comme pour les séries complètes on a :

$$\frac{dev}{dev'} = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m'}} \qquad (30)$$

la formule 29 peut être simplifiée pour les séries complètes de la manière suivante :

$$\frac{volr}{volr'} = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m'}} \qquad (31)$$

81. Soient A et B deux corps quelconques, bouillissant à s et s′, et que t et t′ soient deux températures correspondantes à une pression autre que $0^{m},76$; alors il résulte des formules 25 et 24

$$\frac{273+s}{273+s'} = \frac{a}{a'} \times \frac{dev}{dev'} \times \frac{eq'}{eq} = \frac{273+t}{273+t'} \qquad (32)$$

$$\frac{vols}{vols'} = \frac{a}{a'} + \frac{m}{m'} \times \frac{eq'}{eq} = \frac{volt}{volt'} \qquad (33)$$

c'est-à-dire :

$$(32) \quad \frac{273+s}{273+s'} = \frac{273+t}{273+t'} \qquad (34)$$

$$(33) \quad \frac{vols}{vols'} = \frac{volt}{volt'} \qquad (35)$$

82. Deux liquides quelconques se dilateront donc (théoriquement) de la même manière et d'une égale quantité entre des températures correspondantes à des pressions p et p′.

Le mot *théorique* signifie, quand on ne prend en considération que les poids atomiques, les rangs m et les points d'ébullition ; l'action des forces moléculaires, distincte pour chaque corps, est trop peu connue pour apprécier son influence, qui cependant est très-réelle.

La manière de se dilater des liquides, énoncée dans les paragraphes 81 et 82, peut être vérifiée pour un

grand nombre de liquides, d'où l'on peut conclure que les forces moléculaires se sont compensées pour ces liquides ou ont agi sur eux uniformément.

Mais cette vérification serait impossible, en comparant les dilatations de l'eau ou du mercure d'une part, et d'un éther $C_p H_q O_r$ d'autre part.

Cependant, quand on suppose la formule 35 applicable à un certain nombre de corps, il en résulte nécessairement qu'elle est applicable à tous les corps sans exception; quand donc on trouve des différences notables pour l'eau et le mercure, il me semble logique de les attribuer à des causes, encore inconnues, qui influent sur les dilatations des corps, et par suite sur les volumes spécifiques.

Ces causes sont peut-être analogues à celles qui font varier les densités de quelques vapeurs, par exemple celle du soufre, suivant les températures.

84. Quant aux équivalents d'ébullition des corps autres que le chlore, des considérations et des calculs analogues à ceux du mémoire actuel, m'ont fait admettre que le soufre ($a = 16$) est composé de 2 atomes.

En général, tous les éthers contenant du soufre et du méthyle, de l'éthyle ou leurs oxydes (toutes les combinaisons avec $C_2 S_4$, $S_2 O_4$, etc., y comprises), forment des séries complètes dont ils ont les déviations et les volumes réduits.

85. Il y a trop peu de combinaisons du brome et de l'iode, dont les propriétés physiques aient été observées, pour que j'aie pu déterminer avec certitude les équivalents d'ébullition de ces corps.

Les nombres suivants me paraissent approcher de la vérité : brome 19 ; iode 29 ; arsenic 7 ; étain 6.

Cependant si, comme je le crois, les poids atomiques du chlore, du brome et de l'iode sont respectivement au lieu de 35 $^1/_2$, 80 et 127, la moitié de ces nombres, et par conséquent 17 $^3/_4$, 40 et 63 $^1/_2$, alors les équivalents d'ébullition, pour les poids atomiques actuellement en usage, doivent être des nombres pairs ; on aura donc pour le brome 18 ou 20, et pour l'iode 28 ou 30.

86. Les nombres m et les déviations pourront probablement jeter quelque jour sur les autres propriétés physiques des corps, comme les chaleurs spécifiques et les chaleurs latentes.

87. D'après les expériences de Regnault, des corps :

$$A + Cl_n;\ A + Br_n;\ A + I_n$$

ont les mêmes chaleurs spécifiques atomiques.

Ce sera donc le cas pour les corps :

$$C_4\,H_{10}\,Cl;\ C_4\,H_{10}\,Br;\ C_4\,H_{10}\,I;$$

ainsi que pour les corps :

$$C_{10}\,H_{22}\,Cl;\ C_{10}\,H_{22}\,Br;\ C_{10}\,H_{22}\,I$$

et ainsi de suite.

Cela reviendrait à dire : Les corps du même rang ont la même chaleur spécifique atomique.

Soient c et c' les capacités de chaleur de deux corps A et B, pour l'unité de poids, alors on aurait pour tous les corps du même rang :

$$\frac{c}{c'} = \frac{a'}{a} \qquad (36)$$

Et pour tous les corps en général :

Les chaleurs spécifiques, pour l'unité de poids, sont en raison inverse des poids atomiques, *sauf les circonstances inconnues dont dépendent en outre les chaleurs spécifiques.*

Il est probable que les circonstances inconnues peuvent être exprimées par une fonction des nombres m et m'.

Rotterdam, août 1862.

APPENDICE

En faisant des considérations théoriques on est tenté souvent de choisir parmi les résultats différents de l'observation, ceux qui s'accordent le mieux avec notre manière de voir les choses et de rejeter les autres. Comme un tel choix diminue de beaucoup la valeur des considérations, j'ai pris en général la moyenne de toutes les observations qui m'étaient connues. Je les ai empruntées pour la plupart aux mémoires de Kopp dans les *Annalen der Chemie und der Pharmacie* de l'année 1855. Je les reproduis ici, parce qu'il est commode pour le lecteur de trouver toutes les données nécessaires dans l'écrit même dont on s'occupe, et parce qu'on peut vérifier sans peine si les calculs sont bons.

Quant aux points d'ébullition je n'ai pas cru nécessaire de tenir compte des pressions, auxquelles se rapportent les observations.

TABLEAU I.

2. Gaz éthyle, $C_8 H_{20}$. Frankland a observé que ce gaz a une tension de $2\,{}^1/_4$ atmosphères à 3°; pour l'eau correspond avec cette pression la température de 124,4; le gaz éthyle bouillirait donc suivant la formule de Dalton à — 21,4; mais par la formule 34 du mémoire:

$$\frac{273 + 100}{273 + s'} = \frac{273 + 124.4}{273 + 3}$$

on trouve s' = — 14,0.

3. Ether ordinaire $C_8 H_{20} O_2$,
Kopp 34,9; Pierre 35°,5; moyenne 35,2.

4. Oxyde éthyl-allylique, $C_{10} H_{20} O_2$,
Cahours et Hoffmann 64.

5. Ethers $C_{10} H_{20} O_4$,

Delffs		93
Favre et Silbermann		93
Kopp		95,0
»		95,1
»	95,8 — 98	96,9
Pelouze et Gelis		102
Pierre		102,1
Berthelot		90,—
Wurtz		100,—
Limpricht et Uslar		101
	Moyenne	96°,8.

6. Ether carbonique, $C_{10} H_{20} O_6$,

Cahours		125
Kopp		125,8
Ettling	125 — 126	125,5
Clermont		126,0
	Moyenne	125,5

7. Allyle, $C_{12} H_{20}$,
Berthelot et Luca 59°.

8. Oxyde d'allyle, $C_{12} H_{20} O_2$,

Berthelot	85 — 88	86,5
Cahours		82
Fremy		84
	Moyenne	84,2

9. Acide propionique anhydre, $C_{12} H_{20} O_6$,
Limpricht et Uslar 165°.

10. Ether oxalique, $C_{12} H_{20} O_8$,

Dumas et Boullay 183 — 184 —	183,5
Andrews	184,4
Kopp	184,8
Delffs	186,—
Moyenne	184,6

11. Acide lactique anhydre, $C_{12} H_{20} O_{10}$,
Engelhardt 200°.

12. Alcool allylique, $C_6 H_{12} O_2$,
Cahours et Hoffmann 93.

13. Acide propionique hydraté, $C_6 H_{12} O_4$,

Malaguti et Leblanc environ	140
Kopp	141,6
Limpricht	142,0
Moyenne	141,2

14. Oxalate d'oxyde d'allyle, $C_{16} H_{20} O_8$,
Cahours et Hoffmann 206 — 207.

15. Aldehyde butylique $C_8 H_{16} O_2$,
Guckelberger 68 — 73.

16. Acro-aldehyde, $C_8 H_{16} O_4$,
Bauer 110°.

17. Toluol, anisène, benzoëne, $C_{14} H_{16}$,

Church	103,7
Glenard et Boudault	106
Deville	108
Noad	109,5
Wilson	110,—
Maxsfield	113
Gerhardt	114
Moyenne	109,2

18. Anisol, $C_{14} H_{16} O_2$,
Regnault (cours élémentaire) 150°.

19. Ether pyro-mucique, $C_{14} H_{16} O_2$.
Malaguti 208 — 210.

20. Phenol, $C_{12} H_{12} O_2$,

Scrugham	184
»	188
Laurent	187,5
Kopp	188
Moyenne	186,8

21. Acide benzoïque $C_{14} H_{12} O_4$,
Kopp 250.

22. Cinnamène $C_{16} H_{16}$,
Regnault (cours) 146.

23. Ether méthylbenzoïque, $C_{16} H_{16} O_4$,
Dumas et Peligot 198,5; Kopp 199,2;
Moyenne 198,8.

24. Ether méthylsalicylique, $C_{16} H_{16} O_6$,
Delffs 221; Cahours 222; Kopp 223,0;
Moyenne 222.

25. Alcool méthylique, $C_2 H_8 O_2$,

Kane	60
Delffs	60,5
»	61,0
Kopp	64,9
»	65,0
Andrews	65,8
Pierre	66,3
Dumas	66,5
Favre et Silbermann	66,5
Moyenne	64,0

TABLEAU II.

2. $C_4 H_8 O_4$, éther méthylformique,
Kopp 32,7; Andrews 32,9; Liebig 36 — 38;
Moyenne 34,2.

3. $C_6 H_{12} O_4$, éther méthylacétique,

Andrews	55	Löwig	56,2
Kopp	55,7	Dumas et Peligot	58
»	55,9	Pierre	59,5

Ether formique,

Pierre	52,9	Kopp	54,7
Delffs	53	»	55,3
Liebig	53,4	Döbereiner	56
Marchand	54	Löwig	56,2
Andrews	54,3	Moyenne	55,3

4. $C_8 H_{16} O_4$, éther acétique,

Thénard	71	Delffs	74
Kopp	73,7	Pierre	74,1
Dumas et Boullay	74	Masson	78

Moyenne 74,1.

5. $C_{10} H_{20} O_4$,

Moyenne 96,8, comme dans le tableau I.

6. $C_{12} H_{24} O_4$, éther méthylvalérianique,

Kopp 114 — 115; Kopp 115,6.

Ether butyrique,

Lerch	110	Kopp	114,6
Pelouze et Gelis	110	Pierre	119
Delffs	113		

Ether amylformique,

Delffs 114; Kopp 116.

Ether butylacétique, Wurtz 114;

Moyenne 114,1.

7. $C_{14} H_{28} O_4$, éther valérianique,

Delffs	131,5	Otto	133,5
Kopp	133,2	Berthelot	133—134

Ether amylacétique,

Cahours	125	Kopp	133,5
Delffs	133	»	137,6

Ether propylbutyrique, Berthelot 130;

Moyenne 132,3.

8. $C_{16} H_{32} O_4$,
Ether capronique, Fehling 162.
Ether amyl-propionique, Wrightson environ 155 ;
Moyenne 158,5.

9. $C_{18} H_{36} O_4$. Les observations manquent.

10. $C_{20} H_{40} O_4$,
Ether amyl-valérianique,
Kopp 187,8 — 188,3 ; Balard 196 (environ).
Ether capryl-acétique, Bouis 193 ;
Moyenne 192,3.

TABLEAU IV

Voir les notes quant au tableau II.

TABLEAU V.

3. Ether méthylique, $C_4 H_{12} O_2$.
Berthelot —21.

4. Ether méthyl-éthylique, $C_6 H_{16} O_2$,
Williamson + 11°.

5. Ether ordinaire, voir les notes quant au tableau I.

7. Ether, $C_{12} H_{28} O_2$,
Ether méthyl-amylique, Williamson 72°.
Ether éthyl-butylique, Wurtz 78 — 82.
Moyenne 75,4.

8. Ether éthyl-amylique, $C_{14} H_{32} O_2$,
Williamson 112.

11. Ether amylique, $C_{20} H_{44} O_2$,
Gaultier 170 ; Rieckhe 175 — 183 ; moyenne 174.

TABLEAU VI.

4. Benzine, $C_{12} H_{12}$,

Kopp	80,4
Mansfield	80,5
Church	80,8
Faraday	85,5
Mitscherlich	86,—
Moyenne	84,1

5. Tolnol, C_{14} H_{16}, voir les notes quant au tableau I.

6. Xylol, C_{16} H_{20},

Church 126,2 ; Cahours 129 ;

Moyenne 127,6.

7. Cumol, C_{18} H_{24},

Abel	148
Church	148,4
Gerhardt et Cahours	151,4
Moyenne	149,3

8. Cymol, C_{20} H_{28},

Church	170,7
Mansfield	171,—
Noad	171,5
Gerhardt et Cahours	175,—
Kopp	177,5
Moyenne	173,1

TABLEAU VII.

5. Ether méthylbenzoïque, C_{16} H_{16} O_4, voir les notes quant au tableau I.

6. Ether, C_{18} H_{20} O_4.

Ether benzoïque,

Delffs 207 ; Dumas et Boullay 209 ; Kopp 212,9.

Ether benzil-acétique, Cannizzaro 210 ;

Moyenne 209,6.

7. Ether toluylique, C_{20} H_{24} O_4,

Noad 228.

9. Ether amyl-benzoïque,

Rieckher 252 — 254; Kopp 260,7; moyenne 256,8.

TABLEAU VIII.

5. Ether méthyl-salicylique, $C_{16}\ H_{16}\ O_6$, voir les notes quant au tableau I.

6. $C_{18}\ H_{20}\ O_6$,

Cahours 248 pour le corps

$$\left\{ C_{14}\ H_8 \begin{matrix} C_2 & H_6 \\ C_2 & H_6 \end{matrix}\ O_4 \right\} O_2.$$

Cahours 225 pour l'éther salicylique.

Baly 229,5 pour le même corps.

Ici je n'ai pas pris la moyenne, mais j'ai choisi 248, nombre intermédiaire entre les points d'ébullition du corps qui précède et du corps qui suit.

7. $C_{20}\ H_{24}\ O_6$,

Cahours 262 pour le corps

$$\left\{ C_{14}\ H_8 \begin{matrix} C_2 & H_6 \\ C_4 & H_{10} \end{matrix}\ O_4 \right\} O_2.$$

Cahours 250 — 255 pour l'éther anisique.

TABLEAU IX.

2. Aldehyde éthylique, $C_4\ H_8\ O_2$,

Kopp 19,8; Liebig 21,8; Pierre 22; moyenne 21,2.

3. Acétone,

Liebig 55,6; Kopp 55,9; moyenne 55,8.

4. Butylaldehyde, $C_8\ H_{16}\ O_2$,

Guckelberger 68° — 73.

5. Valéraldehyde, $C_{10}\ H_{20}\ O_2$,

Personne	90
Kopp	92,8
Gaultier de Claubry	96
Parkinson 96 — 97	96,5
Limpricht	97
Moyenne	94,5

TABLEAU X.

2. Alcool méthylique, $C_2 H_8 O_2$, voir les notes quant au tableau I.

3. Alcool éthylique, $C_4 H_{12} O_2$,

Dumas et Boullay	76	Pierre	78,3
Yelin	77,3	Gay Lucas	78,4
Andrews	77,9	Favre et Silbermann	78,4
Kopp	78,0	Marchand	78,6
Delffs	78,2	Kopp	78,8

Moyenne 78,0.

4. Alcool propylique, $C_6 H_{16} O_2$,
Chancel 96.

5. Alcool butylique, $C_8 H_{20} O_2$,
Wurtz 109.

6 Alcool amylique, $C_{10} H_{24} O_2$,

Kopp	130,4	Favre et Silbermann	132
»	131,6	Delffs	132
Pierre	131,8	Kopp	133
Cahours	132	Rieckher	134

Moyenne 132,1.

7. Alcool capronique, $C_{12} H_{28} O_2$,
Faget 148 — 154.

TABLEAU XI.

3. Acide acétique, $C_8 H_{12} O_6$,
Wurtz 137°; Gerhardt 137,5; Kopp 137,8;
Moyenne 137,4.

5. Acide propionique, $C_{12} H_{20} O_6$,
Limpricht et Uslar 165.

7. Acide butyrique, $C_{16} H_{28} O_6$,
Gerhardt 190.

9. Acide valérianique, $C_{20} H_{36} O_6$,
Chiozza 215.

1. Acide formique, $C_2 H_4 O_4$,

Liebig	98,5	Wurtz	100
Bineau	100	Kopp	105,4

Moyenne 100,9.

2. Acide acétique, $C_4 H_8 O_4$,

Mitscherlich	114
Delffs	116
Kopp	116,9
Sebille-Auger	119
Dumas	120
Favre et Silbermann	120
Moyenne	117,6

3. Acide propionique, $C_6 H_{12} O_4$, voir les notes quant au tableau I.

4. Acide butyrique, $C_8 H_{16} O_4$,

Kopp	156
Delffs	156
Pierre	163
Pelouze et Gelis	164
Favre et Silbermann	164
Moyenne	159,8

5. Acide valérianique, $C_{10} H_{20} O_4$,

Delffs	174,5
Personne	175
Dumas et Stas	175
Favre et Silbermann	175
Kopp	175,8
Bonaparti	176
Moyenne	175,2

6. Acide capronique, $C_{12} H_{24} O_4$,

Brazier et Gossleth 198°; Fehling 202 — 209.

RECHERCHES

SUR LA

PROPAGATION DE L'ÉLECTRICITÉ

A TRAVERS LES FLUIDES ÉLASTIQUES TRÈS-RARÉFIÉS,

PAR

M. AUGUSTE DE LA RIVE.

(Extrait d'un Mémoire présenté par l'auteur à l'Académie des sciences de Paris, le 13 avril 1863.)

Les recherches dont je viens présenter à l'Académie un simple résumé, ont pour objet l'étude des phénomènes qui accompagnent la propagation de l'électricité dans les fluides élastiques très-raréfiés. Je supprime ici, pour abréger, l'exposition des travaux qui ont déjà été faits sur ce sujet, me bornant à rappeler qu'il est bien établi maintenant, principalement par les expériences concluantes de M. Gassiot, que le vide absolu ne transmet en aucune façon l'électricité, mais qu'il suffit de la présence de la plus petite quantité de matière pondérable pour que cette transmission puisse avoir lieu.

Mes expériences dans ce premier travail qui avait surtout pour objet l'étude des phénomènes généraux, n'ont porté que sur l'hydrogène et l'azote, deux gaz bien différents quant à leurs propriétés physiques et chimiques,

et présentant cependant l'un et l'autre l'avantage d'être des gaz simples, inaltérables et sans action sur les métaux. L'air atmosphérique, sur lequel j'ai aussi opéré, se comporte très-approximativement comme l'azote.

L'électricité dans mes expériences est produite par un appareil d'induction de Ruhmkorff de force moyenne, mis en activité par un, deux, trois ou quatre couples de Grove. La force élastique des gaz est mesurée par un manomètre à mercure construit avec beaucoup de soin et avec lequel on peut apprécier, au moyen d'un cathétomètre, jusqu'à $^1/_{50}{}^{me}$ de millimètre de différence de pression. Enfin l'intensité du jet électrique est déterminée au moyen du courant dérivé perçu par deux fils de platine insérés chacun dans un tube de verre à la manière de Wollaston, et dont les extrémités inférieures plongent dans de l'eau distillée qui fait partie du circuit principal, tandis que leurs extrémités supérieures communiquent avec les bouts d'un galvanomètre très-sensible. Au moyen d'une vis micrométrique, on fait varier la distance des deux pointes de platine de manière que le courant dérivé produise toujours une même déviation, de 30° par exemple, au galvanomètre ; et la longueur de cet intervalle de dérivation, qu'on peut apprécier à $^1/_{10}{}^{me}$ de millimètre près, est dans un rapport simple et facile à déterminer avec l'intensité du jet électrique.

§ I. *Phénomènes généraux que présente la transmission de l'électricité dans les gaz raréfiés.*

Le milieu gazeux sur lequel j'opère est renfermé soit dans des tubes de 4 à 5 centimètres de diamètre et de 15 à 100 centimètres de longueur, soit dans des bocaux de 16 à 20 centimètres de diamètre et de 20 à 25 de

hauteur. Dans le tube le plus long les boules en platine servant d'électrodes peuvent être rapprochées l'une de l'autre jusqu'au contact, la tige qui porte l'une d'elles traversant une boîte à cuir.

J'ai d'abord cherché à déterminer l'influence de la raréfaction du gaz sur la résistance au passage de la décharge. Les résultats que j'ai obtenus sont généralement d'accord avec ceux auxquels étaient parvenus les autres expérimentateurs, en particulier en ce qui concerne l'hydrogène dont le pouvoir conducteur est très-supérieur à celui des autres gaz. Toutefois, je n'ai pas observé qu'une fois amené à la pression de 2 millimètres environ, qui correspond à son maximum de conductibilité, ce gaz éprouvât une diminution de conductibilité correspondante à une diminution plus grande de pression. J'ai trouvé, en outre, qu'une fois parvenus à un degré de raréfaction voisin de celui qui correspond à leur maximum de conductibilité, les gaz sur lesquels j'ai opéré suivent exactement la loi de la conductibilité inverse de la longueur. L'influence de la section et du volume en général, est très-considérable ; toutefois, je n'ai pu encore en déterminer la loi d'une manière précise.

Mais je passe à des phénomènes d'un autre ordre. On sait que, dès que la force élastique du gaz a diminué suffisamment pour que le jet devienne sensiblement continu, on voit se manifester le phénomène des stratifications, qui commence par l'apparition de quelques légères stries du côté de l'électrode positive. C'est surtout avec l'hydrogène que ces stries apparaissent le plus vite et le plus nettement, alors que le jet ne consiste encore que dans un petit filet rosé de 2 à 3 millimètres de diamètre. Puis, graduellement, à mesure que la force élastique di-

minue, le jet s'élargit ainsi que les stries ; un espace noir, qui va aussi s'agrandissant graduellement et qui peut atteindre jusqu'à 5 à 6 centimètres de longueur, sépare l'extrémité de la colonne lumineuse de l'électrode négative qui demeure entourée d'une atmosphère bleuâtre.

Le phénomène des stratifications a lieu exactement de la même manière, que le gaz soit sec ou qu'il soit plus ou moins humide ; il ne dépend donc nullement de la nature élémentaire ou composée du milieu gazeux.

A une pression très-faible, de 1 à 2 millimètres, les tranches annullaires, alternativement obscures et lumineuses, qui forment les stries, deviennent, d'immobiles et très-étroites ($^1/_4$ de millimètre de largeur) qu'elles étaient sous une pression plus forte, animées d'un mouvement oscillatoire très-prononcé et d'une largeur qui va jusqu'à 5 millimètres. Quand la pression est inférieure à 2 millimètres, on voit apparaître dans la partie noire une lueur d'un rose pâle et quelques anneaux plus lumineux, qui font contraste par leur immobilité et leurs contours parfaitement bien déterminés, avec les stries agitées du reste du jet électrique. Au reste, même à une pression supérieure à 2 millimètres, on aperçoit dans l'espace noir, quand on l'observe attentivement dans l'obscurité, une lueur blafarde qui se sépare nettement de la colonne lumineuse stratifiée dont elle est comme le prolongement.

Un fait important à noter est ce qui se passe quand on fait rentrer dans le tube, pendant que l'électricité s'y propage, une petite quantité additionnelle du même gaz qu'il renferme déjà, qui correspondrait à $^1/_4$ ou $^1/_2$ millimètre d'augmentation dans la pression.

Si l'introduction a lieu du côté de l'électrode négative, on voit aussitôt se former dans l'espace noir des anneaux striés d'une belle couleur rosée, dont le diamètre est celui de la colonne stratifiée, c'est-à-dire celui du tube, mais qui sont très-étroites et très-nettes. Elles se propagent graduellement dans tout le tube en s'enchevêtrant avec les anciennes stries beaucoup plus larges et moins bien limitées ; puis l'issue du gaz une fois fermée, la colonne lumineuse s'éloigne lentement de l'électrode négative et reprend peu à peu son apparence primitive. Si le gaz est introduit du côté de l'électrode positive, au lieu de stries occupant toute la largeur du tube, on voit un jet brillant d'un très-petit diamètre (de 2 a 3 millimètres), strié très-nettement et semblable à un petit ressort à boudin, s'avancer le long de l'axe du tube dans l'intérieur relativement obscur de la colonne lumineuse, qui elle-même occupe immédiatement tout l'espace noir voisin de l'électrode négative. Puis, l'issue du gaz étant fermée, tout revient graduellement à l'état normal. Dans ce cas, comme dans le précédent, on voit apparaître, avec l'introduction de la quantité additionnelle de gaz, un brouillard très-subtil, d'un blanc rosé, qui se propage dans le tube, mais qui, dès que l'introduction du gaz a cessé, chemine de l'électrode négative à la positive, cachant, en les enveloppant momentanément comme un léger nuage, les stratifications des différentes parties successives de la colonne.

Cette dernière expérience, en montrant la perturbation qu'apporte un déplacement de la matière gazeuse dans le phénomène de la stratification de la lumière électrique, est de nature à confirmer l'opinion émise par l'illustre physicien de Berlin, M. Riess, savoir que ce phénomène

est purement mécanique. Il consisterait en effet dans des dilatations et contractions alternatives du fluide élastique raréfié, produites par la série des décharges toujours plus ou moins discontinues dont est formé le jet électrique. C'est, au reste, ce que l'on peut constater, pour ainsi dire directement, en suivant la marche du manomètre demeuré en communication avec l'intérieur du tube. On y découvre des oscillations très-prononcées de la colonne de mercure, qui accompagnent la propagation de l'électricité dans le gaz. Ces oscillations, qui vont jusqu'à deux et même quatre dixièmes de millimètres, atteignent leur maximum d'amplitude au moment où le gaz est parvenu au degré de raréfaction auquel les stratifications commencent à paraître. Elles diminuent à partir de ce moment et cessent complétement pour l'azote à la pression de 2 $^1/_2$ millimètres, et pour l'hydrogène à celle de 5 millimètres. Je n'ai pu en apercevoir la moindre trace, quelle que fût la pression, quand le tube qui renferme le gaz est long de 50 centimètres ou plus, tandis qu'elles sont très-prononcées dans un tube de 15 centimètres. Cet effet négatif tient évidemment à l'influence des parois dans les longs tubes et non à celle d'un volume plus considérable de la matière gazeuse, car avec un bocal cylindrique d'une capacité au moins double du plus long des tubes, on observe des oscillations très-prononcées sans employer un jet électrique plus fort.

Ces oscillations paraissent évidemment devoir être attribuées à la résistance qu'oppose la matière gazeuse au passage du jet électrique, car à partir du moment où le jet devient sensiblement continu, elles diminuent avec la densité du gaz, et à pression égale leur amplitude est

moindre dans l'hydrogène que dans l'air atmosphérique et dans l'azote, qui sont moins bons conducteurs. Il ne faut pas confondre ces effets avec ceux que produit l'élévation de température occasionnée par le passage de l'électricité ; ce n'est pas un mouvement oscillatoire, mais bien un accroissement permanent dans la force élastique que détermine la chaleur ainsi développée en agissant, soit sur le gaz, soit sur la vapeur dont le gaz est plus ou moins imprégné.

§ II. *Phénomènes particuliers que présentent les différentes parties du jet électrique stratifié.*

La colonne gazeuse traversée par le jet électrique se composerait, avons-nous dit, quand elle a été amenée à un certain degré de raréfaction, de couches alternativement dilatées et contractées avec un espace noir très-dilaté dans le voisinage de l'électrode négative. Les couches dilatées plus conductrices restent obscures, tandis que les contractées, plus résistantes, deviennent lumineuses, exactement comme dans le cas de la chaîne formée d'une succession de fils alternativement de platine et d'argent, qui, mise dans le circuit d'une pile voltaïque, présente tous les fils de platine incandescents, tandis que ceux d'argent, plus conducteurs, restent opaques et froids.

Pour prouver que c'est bien ainsi que le phénomène se passe, j'ai disposé deux petits disques de platine, de 7 millimètres de diamètre, fixés chacun par un point de leur circonférence à l'extrémité d'un fil de platine renfermé dans un tube de verre, de façon à être maintenues parallèles à une distance fixe de 3 centimètres l'un de l'autre. Les deux disques liés ainsi ensemble sont placés

dans le jet électrique de manière à le couper transversament et à avoir leurs centres situés sur l'axe même du jet. Ils servent comme de sondes destinées à dériver une partie du courant, et l'intensité de cette portion dérivée est mesurée par un galvanomètre dont les bouts sont respectivement mis en communication avec les extrémités des fils de platine qui portent les disques. Il suffit de changer le sens du courant pour que les sondes, sans être déplacées, se trouvent plongées ou dans l'espace noir voisin de l'électrode négative ou dans l'espace lumineux voisin de la positive. L'appareil est disposé de façon à ce qu'on peut également placer les sondes dans d'autres portions du jet.

Un très-grand nombre d'expériences faites dans l'air atmosphérique, dans l'azote et dans l'hydrogène à différents degrés de raréfaction, et dont les résultats sont consignés dans mon mémoire, montrent que, lorsque le gaz est très-raréfié, les sondes placées dans l'espace noir ne dérivent qu'un courant nul ou très-faible, tandis que dans la partie lumineuse le courant dérivé est relativement très-fort ; ce qui montre que cette dernière partie offre bien plus de résistance au passage de l'électricité que la portion obscure. Ainsi dans l'hydrogène, sous la pression de 2 millimètres le premier de ces courants est nul, tandis que le second est de 35° ; à la pression de 4 millimètres, le premier est de 2° et le second de 52 ; à la pression de 6 millimètres, le premier est de 4° et le second de 82°. Les différences, quoique très-grandes aussi, sont moins considérables avec l'air atmosphérique et avec l'azote, ce qui tient à ce qu'ils sont spécifiquement moins bons conducteurs que l'hydrogène.

Remarquons que ces résultats, qui montrent l'inégale

résistance que présentent à la propagation de l'électricité les différentes parties d'une même colonne gazeuse, sont bien comparables entre eux puisque c'est le même jet qui parcourt successivement ces différentes parties inégalement conductrices.

Nous voyons donc que l'espace noir voisin de l'électrode négative offre bien moins de résistance au passage du courant que n'en offre la partie lumineuse voisine de l'électrode positive. Il en résulte qu'il doit y avoir aussi nécessairement entre les deux portions du jet une différence de température. C'est ce que l'expérience a confirmé. Deux thermomètres placés respectivement dans le voisinage des deux électrodes, mais à une distance suffisante pour que l'influence plutôt refroidissante de ces électrodes fût nulle, ont accusé une très-grande différence de température. Il faut distinguer la température absolue à laquelle s'élèvent chacun des deux thermomètres, de la différence qui se manifeste entre leurs températures respectives. Ces différences, entre les pressions de 1 à 10 millimètres, conservent à peu près les mêmes rapports, lors même que les températures absolues varient avec cette pression et avec la nature des gaz. Mais si la pression devient plus considérable, les températures des deux thermomètres tendent à se rapprocher, elles deviennent égales quand il n'y a plus d'espace noir.

Voici quelques résultats que j'extrais de tableaux qui en renferment un très-grand nombre. Je désigne sous le nom de thermomètre *négatif* celui qui est dans le voisinage de l'électrode négative, sous le nom de *positif* celui qui est voisin de l'électrode positive. Les températures indiquées sont celles acquises par les thermomètres au bout de deux minutes, temps de la durée du passage du jet électrique.

Dans l'hydrogène, la différence de température entre les deux thermomètres n'a jamais été aussi grande que dans l'azote et dans l'air atmosphérique. Elle a été au maximum de 4° sous la pression de 8 millimètres (21° à 26° au thermomètre positif et 21 à 30° au négatif). Dans l'azote la différence maximum a été, à 5 millimètres de pression, de 5° (de 19° à 24° pour le thermomètre négatif, 19 à 29° pour le positif). Dans l'air atmosphérique, la différence maximum a été, à 6 millimètres de pression, de 6° (17° à 26° pour le thermomètre négatif, 17° à 32° pour le positif). A 18 millimètres de pression, la différence n'était plus dans l'hydrogène que de 2° (19° à 23° et 19° à 25°), dans l'azote elle n'était plus que d'un demi-degré (20° à 25° et demi et 20° à 26°), et dans l'air atmosphérique elle devenait nulle ; il n'y avait plus de différence entre les deux thermomètres (17° à 28° aux deux thermomètres également).

Quand il n'y a plus de différence entre les températures des deux thermomètres ou que cette différence est très-faible, on remarque que l'espace noir a complétement disparu, la pression étant devenue plus grande.

Remarquons encore qu'en prolongeant la durée du passage du jet au delà de deux minutes, on voit s'accroître la différence de température entre les deux thermomètres. Ainsi, sous la pression de 5 millimètres, on a avec l'air ordinaire :

Dans	Therm. négatif.		Therm. positif.		Différence.
2'	18°	à 25°	18°	à 30°	5°
4'	18°	30° 1/2	18°	37°	6° 1/2
6'	18°	32°	18°	40°	8°

Je ne puis m'empêcher d'observer en passant qu'il faut que la puissance calorifique et lumineuse de l'élec-

tricité soit bien considérable pour qu'un corps aussi subtil que l'hydrogène, amené à la pression de 1 millimètre, c'est-à-dire à une densité telle qu'un centimètre cube ne pèse plus que $^1/_{100000}$me de milligramme, puisse être encore lumineux et se réchauffer assez pour élever dans deux minutes de 2° à 3° la température d'un thermomètre dont le réservoir est un cylindre de mercure de 2 $^1/_2$ millimètres de diamètre sur 3 centimètres de longueur. N'y aurait-il pas là quelque analogie à établir avec la matière si subtile et cependant lumineuse qui constitue les corps cométaires?

§ III. *Influence du magnétisme sur la propagation de l'électricité dans les milieux gazeux très-raréfiés.*

Je crois être le premier qui ait constaté cette influence en montrant en 1849, à l'occasion de recherches sur l'origine de l'aurore boréale, l'action rotatoire exercée par le pôle d'un fort électro-aimant sur un jet électrique produit dans un espace rempli d'un mélange d'air et de vapeur très-raréfié. M. Plucker a dès lors trouve par une série d'expériences importantes la loi de l'action du magnétisme sur un courant qui se propage dans un milieu gazeux, en la rattachant à la formation des courbes magnétiques. Les recherches qui sont l'objet de ce paragraphe ont un autre but, car elles ont essentiellement pour objet de déterminer les modifications qu'apporte dans la propagation de l'électricité à travers les fluides élastiques très-raréfiés, l'action du magnétisme exercée par de puissants électro-aimants. Je n'insisterai ici que sur deux points particuliers, n'ayant pas le temps d'exposer entièrement ce sujet qui exigerait un développement assez considérable.

Le premier point est relatif à l'action du magnétisme sur le jet lumineux qui se propage dans le long tube d'un mètre, qu'on place axialement ou équatorialement entre les deux pôles d'un fort électro-aimant. Le tube étant rempli d'hydrogène à la pression de 8 millimètres, la conductibilité du milieu diminue dans le rapport de 30° à 10° si c'est l'espace noir qui est près des pôles magnétiques; elle ne varie pas si c'est la partie du jet voisine de l'électrode positive qui est près de ces pôles, et elle diminue dans le rapport de 30° à 25° si c'est le milieu de la colonne lumineuse qui est soumis à l'influence de l'électro-aimant.

Cet effet est dû évidemment à la concentration du milieu raréfié resté obscur, qu'opère l'action magnétique, en agissant sur lui par attraction ou répulsion, car ce milieu, en étant plus condensé, devient immédiatement lumineux en même temps qu'il devient plus résistant. Si l'hydrogène est plus raréfié, l'effet est moins considérable; ainsi, quand il est à la pression de 5 millimètres, l'action du magnétisme sur l'espace noir ne diminue plus la conductibilité que dans le rapport de 33° à 20°, mais alors cette action s'opérant sur la partie lumineuse voisine de l'électrode positive, la diminue aussi un peu, mais seulement dans le rapport de 33° à 30°. A 2 millimètres de pression la diminution est encore moins sensible; elle n'est plus que dans le rapport de 40° à 30°. Il est vrai qu'alors la colonne gazeuse tout entière est beaucoup plus conductrice.

Le second point que je signalerai est relatif à l'action exercée par le magnétisme dans le cas où la propagation de l'électricité a lieu à travers le milieu gazeux, entre le sommet d'une tige de fer doux aimantée et un anneau

métallique dont ce sommet est le centre. A un certain degré de raréfaction du milieu, l'électricité se manifeste sous la forme d'un jet lumineux qui tourne comme une aiguille de montre avec une grande régularité et une vitesse qui peut aller jusqu'à 100 tours par minute. Le sens de la rotation dépend de celui de l'aimantation et de la direction du courant; mais si un changement dans le sens de l'aimantation ne fait que modifier le sens de la rotation sans altérer sa vitesse, un changement dans le sens du courant modifie à la fois et le sens et la vitesse de rotation. Cette vitesse est toujours beaucoup moindre quand c'est l'anneau qui sert d'électrode négative que quand il sert d'électrode positive, ce qui tient probablement à ce que l'épanouissement du jet le long de la surface de l'anneau, quand l'électrode est négative, occasionne un frottement plus fort. La différence de vitesse est d'autant plus grande que le milieu est plus raréfié et que l'épanouissement du jet à l'électrode négative est, par conséquent, plus considérable. Ainsi on avait, avec de l'air imprégné de vapeur, dans une minute :

Pression.	Cercle positif.	Cercle négatif.
8 mill.	100 tours.	52 tours.
10 »	72 »	46 »
12 »	62 »	44 »

A une pression plus grande, les vitesses deviennent presque égales.

J'ai obtenu avec de l'air très-raréfié une vitesse de 150 tours par minute. Les vitesses varient beaucoup avec la nature et le degré de raréfaction du milieu; mais dans chaque cas donné elles sont très-constantes et le mouvement est très-régulier.

Je ne signalerai plus en terminant qu'un dernier fait

assez curieux qu'on observe quand l'électricité positive arrive par l'anneau. A un certain degré de raréfaction, d'autant plus considérable que le milieu gazeux est moins conducteur, le jet lumineux s'épanouit sous l'influence de l'aimantation en une nappe mince qui occupe un secteur plus ou moins grand du cercle, et même toute sa surface. La rotation, qui devient très-rapide quand le jet prend la forme d'un secteur, ne peut plus s'apercevoir quand il forme une nappe circulaire complète. Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que, si le gaz, au lieu d'être très-sec, renferme un peu de vapeur d'eau ou d'alcool, au lieu de s'épanouir sous l'influence du magnétisme, le jet se divise en plusieurs petits jets parfaitement distincts et équidistants qui tournent très-rapidement, comme les rayons d'une roue, autour du pôle magnétique central.

Cette différence très-marquée entre la manière dont se comportent sous l'influence magnétique l'air sec et l'air chargé de vapeur, quand l'électricité s'y propage, mérite d'être étudiée de près, car elle semble indiquer entre ces deux milieux, même à un très-grand degré de raréfaction, une constitution moléculaire qui n'est point la même. Du reste, tous les phénomènes relatifs à l'action de l'aimant sur les courants électriques qui se propagent dans les fluides élastiques très raréfiés me semblent, en étant examinés avec soin, de nature à jeter quelque jour nouveau, à la fois sur la constitution physique des corps, et sur la manière dont s'y opère la propagation de l'électricité.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

LUCIEN DE LA RIVE. SUR LA CONDUCTIBILITÉ POUR L'ÉLECTRICITÉ DU THALLIUM. (*Compt. rend. Ac sc.*, t. LVI, p. 588.)

La conductibilité du thallium a été mesurée par la méthode de Wheatstone, en comparant la résistance d'un fil du métal à celle d'un étalon de mercure distillé. Le thallium qui a servi à ces mesures provient d'un échantillon donné par M. Lamy au laboratoire de chimie de l'École normale. Pour mettre le métal sous la forme de fil, on l'a d'abord fondu, puis battu au marteau pour allonger le lingot, et enfin passé à la filière. Cette dernière opération est rendue difficile par le peu de ténacité du thallium ; il faut humecter souvent le métal et tirer avec précaution le fil pour l'obtenir à un certain degré de finesse.

La conductibilité d'une substance, évaluée en mesurant la résistance d'un fil cylindrique, a pour expression

$$C = \frac{L^2 D}{PR}.$$

L est la longueur du fil, P le poids, R la résistance et D la densité.

Mesure de la densité. — On ne peut pas obtenir directement la densité du thallium par rapport à l'eau, car le métal s'y dissout dans une proportion qui n'est pas négligeable ; 5 grammes perdent, durant l'opération, environ 10 milligrammes. On s'est servi d'huile de naphte ayant séjourné sur du sodium, et les densités suivantes sont rapportées à celle de l'huile de naphte à la température de 11°.

Thallium en lames préparé par M. Lamy	1° 14,351 2° 14,342	Moyenne 14346
Thallium fondu....................	1° 14,332 2° 14,329	Moyenne 14330
Thallium en fil de 1 millimètre de diam.	1° 14,260 2° 14,292	Moyenne 14275

Les actions mécaniques du marteau et de la filière déterminent, d'après ces résultats, une faible diminution de densité, environ $^4/_{1000}$. La densité de l'huile de naphte ayant été trouvée égale à 0,8275, la densité du thallium fondu à 11° est 11,853, valeur qui est bien en accord avec les nombres donnés par M. Lamy, 11,862 à 0°, et la densité du même métal en fil est 11,808.

Mesure de la conductibilité. — On a expérimenté sur quatre fils différents; les extrémités du fil étaient serrées dans des pinces en cuivre, et le fil plongeait dans un flacon rempli d'huile de naphte.

Longueur du fil. L	Poids. P	Résistance. R	Valeur de $C = \frac{L^2 D}{PR}$	Températ.
311mm	1773mg	120,0	5,36	15°
190	1255	64,6	5,38	10
260	1182	129,6	5,21	11
190	504	161,4	5,24	12
		Moyenne......	5,30	12°

La mesure de la résistance a toujours été faite très-peu de temps après que le fil avait été tiré, mais sa surface n'en était pas moins déjà couverte d'une couche d'oxyde. Toutefois, comme il n'a pas été possible de constater, à partir de ce moment, une augmentation de résistance, il est à présumer que cette circonstance n'a qu'une influence négligeable sur la conductibilité. Un fil laissé à l'air pendant vingt-quatre heures a éprouvé une augmentation de résistance d'environ $^2/_{100}$. La moyenne des valeurs de C est 5,30 à la température de 12° rapportée au mercure à 14°. La conductibilité du mercure est 1,63, celle de l'argent étant 100, ce qui donne pour le thallium 8,54, valeur comprise entre

celle du plomb, 7,77, et celle de l'étain, 11,45, et qui est de beaucoup inférieure à la conductibilité des métaux alcalins.

Variation de la résistance avec la température. — La résistance d'un même fil a été déterminée à trois températures différentes.

Température.	Résistance.
15°	120,0
35	128,6
53	137,4

Le coefficient K étant calculé par la formule $R^t = R_o\ (c + KT)$, on trouve K = 0,003,8 nombre compris dans les limites entre lesquelles se trouvent, pour la plupart des métaux, les valeurs de ce coefficient.

Note. Le numéro d'avril des *Annales de Poggendorff* contient un mémoire de MM. Matthiessen et Vogt sur la conductibilité électrique du thallium et du fer. La valeur moyenne, trouvée par les auteurs, pour la conductibilité du thallium à 0°, est 9,163 et s'accorde à $^1/_{100}{}^{me}$ près environ avec celle que j'ai obtenue. En effet, la valeur 8,64 à 12° donne pour la conductibilité à 0°, en se servant du coefficient 0,0038, le nombre 9,02. L. DE LA RIVE.

CHIMIE.

H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE. DE LA DISSOCIATION DE L'ACIDE CARBONIQUE ET DES DENSITÉS DES VAPEURS. (*Compt. rend. Ac. sc.*, t. LVI, p. 729.)

J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans ces six dernières années, une série de Mémoires dans lesquels j'ai étudié les circonstances qui accompagnent la décomposition *spontanée* des corps sous l'influence de la chaleur. J'ai proposé d'appeler *dissociation* ce phénomène, toutes les fois qu'il se produit partiellement et à une température inférieure à celle qui correspond à la destruction *absolue* du composé, ou plutôt à sa réduction

complète en ses éléments. La transformation d'un corps composé en un mélange de corps moins complexes ou de corps simples est un véritable changement d'état, accompagné de toutes les circonstances au milieu desquelles s'opèrent les changements d'état, lorsque la cohésion seule intervient. En effet, partout où il y a dégagement de chaleur par combinaison ou absorption de chaleur par décomposition, l'invariabilité de la température des matières qui réagissent ou se séparent est une condition nécessaire du phénomène : celui-ci dépend seulement de la chaleur de combinaison ou de la chaleur latente de décomposition. Mais tout y est constant et tout se passe, pour la combinaison, comme dans la condensation des vapeurs, en vertu d'une perte de chaleur latente invariable ; pour la décomposition *complète*, comme dans l'ébullition des liquides, en vertu d'une absorption de chaleur latente constante pour chaque espèce composée. J'ai comparé la *dissociation* ou décomposition au-dessous de son point fixe à l'évaporation d'un liquide au-dessous de son point d'ébullition, phénomène nécessairement incomplet et dont la quantité varie avec la température et le milieu dans lequel il se produit ; et j'ai appelé tension de dissociation la quantité d'un corps qui se décompose dans sa propre vapeur, comparée à la masse totale soumise à l'action de la chaleur.

J'ai déjà démontré la dissociation de l'eau à une température moyennement élevée, en séparant ses éléments par l'action d'un dissolvant ou l'intervention d'un phénomène mécanique. Je réussis encore plus facilement avec l'acide carbonique, à cause de la résistance que montrent l'oxygène et l'oxyde de carbone à se combiner, quand ils sont disséminés dans une grande masse de gaz inerte : heureusement pour la rigueur de ma démonstration, ce gaz peut être l'acide carbonique lui-même.

Je prends un tube de porcelaine dans lequel j'en fais entrer un autre plus étroit et que je remplis de fragments de porcelaine. Cet appareil, entouré d'un tube de fer bien luté à l'argile, est porté à une température que j'estime à 1300° environ. Il est tra-

versé par un courant d'acide carbonique absolument pur, venant d'un générateur dont la description ne peut trouver place ici. Les gaz se rendent sur une petite cuve en porcelaine pleine de potasse concentrée où plongent de longs tubes fermés par un bout, remplis de potasse et dans lesquels on recueillera les gaz pour les séparer en même temps de l'acide carbonique en excès.

Quand l'appareil est bien chaud, l'acide carbonique, qu s'en échappe avec une vitesse de $7^{l},83$ à l'heure, cesse d'être entièrement absorbé, et l'on recueille en même temps de 20 à 30 centimètres cubes d'un gaz fortement explosif dont la composition est constante et qui renferme :

Oxygène	30
Oxyde de carbone	62,3
Azote	7,7
	100,0 [1]

Si l'on fait passer la même quantité d'acide carbonique au travers de la potasse de la cuve, on obtient, au bout du même temps et dans les mêmes tubes, une quantité de gaz égale à $1^{cc},4$, dont la composition est :

Oxygène	14
Azote	86
	100

ce qui explique parfaitement la présence accidentelle de l'azote dans les produits bruts de la dissociation de l'acide carbonique.

Je ferai remarquer que cette expérience, toute simple qu'elle est, ne permet pas, en supposant même que la température soit connue, de calculer la tension de dissociation de l'acide carbonique à cette température, car une portion des gaz dissociés a pu se recombiner pendant le refroidissement.

Je demanderai à l'Académie la permission de discuter ici des expériences d'une haute importance qui ont été introduites dans

[1] Ces analyses sont une moyenne de plusieurs observations concordantes.

la science tout récemment par M. Pebal[1] d'abord, puis par MM. Wanklyn et Robinson[2].

M. Pebal chauffe du chlorhydrate d'ammoniaque dans un appareil très-ingénieusement combiné et traversé dans toutes ses parties par un courant d'hydrogène. Une cloison perméable formée par un tampon d'amiante[3] sépare en deux parties l'appareil tout entier et permet de constater dans l'une de ces parties la présence de l'acide chlorhydrique (en petite quantité, sans doute, puisque le papier de tournesol est le seul réactif employé par l'auteur), et dans l'autre partie la présence de l'ammoniaque. Le sel ammoniac a donc été décomposé par diffusion à une température de 400° à 500° (d'après mon estime); M. Pebal l'a prouvé en faisant une judicieuse application des admirables méthodes de M. Graham.

MM. Wanklyn et Robinson se sont appuyés sur les mêmes phénomènes de diffusion pour décomposer avec un tout autre système d'appareils le perchlorure de phosphore et l'acide sulfurique ordinaire. Je supposerai connus du lecteur ces résultats très-curieux qui ont été publiés il y a quelques semaines dans les *Comptes rendus*.

Ces expériences sont inattaquables dans leur principe; mais je crois que les conséquences qu'on en tire sont inexactes. Je les interpréterai au moyen du langage que M. Graham a introduit lui-même dans la science.

Quand on soumet à la diffusion du bisulfate de potasse ou de l'alun, ces corps, dont l'existence, à la température ordinaire, est incontestable assurément, ne peuvent se répandre dans une quantité indéfinie de liquide sans être décomposés, à cause du

[1] *Annalen der Chemie und Pharmacie*, p. 199, t. XLVII (série nouvelle), août 1862, ou *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVII, p. 93.

[2] *Comptes rendus*, t. LVI, p. 547 (23 mars 1863).

[3] J'ai vérifié que le sel ammoniac n'exerce aucune action sur l'amiante à basse température. La critique de MM. Wanklyn et Robinson, relative à l'expérience de M. Pebal, n'est donc pas fondée.

pouvoir diffusif différent de l'acide sulfurique et du sulfate de potasse, du sulfate d'alumine et du sulfate de potasse. Les divers compartiments de l'appareil à diffusion de M. Graham contiennent en effet des sels de composition variable ; l'alun et le bisulfate de potasse ont été décomposés par diffusion. Il y a donc une véritable *force* qui provoque la séparation des éléments et qu'il ne faut pas négliger (car elle est considérable) dans l'explication des phénomènes dont MM. Pebal, Wanklyn et Robinson ont publié la description. Le même raisonnement est, en effet, applicable à la diffusion dans les gaz de vapeurs dont les éléments possèdent un pouvoir *diffusif* ou *de transpiration* différent. L'agent nouveau de décomposition introduit par M. Graham est assez énergique pour qu'on ne puisse plus aujourd'hui considérer comme *spontanées* les décompositions produites sous son influence. Celles-ci ne prouvent en aucune manière que le sel ammoniac, l'acide sulfurique, le perchlorure de phosphore soient décomposables dans *leur propre vapeur*, aux températures employées par les auteurs. Les expériences de M. de Marignac sont bien plus probantes à l'égard de l'acide sulfurique ; mais elles montrent aussi que cette décomposition est bien faible.

MM. Cannizzaro et H. Kopp sont les premiers qui se soient appuyés sur mes expériences de dissociation pour essayer de démontrer que les vapeurs même les plus complexes ne pouvaient jamais représenter huit volumes pour un équivalent. Je dois dire d'abord que le nombre des matières qui rentrent dans cette catégorie est aujourd'hui tellement considérable, d'après des expériences nouvelles que M. Troost et moi nous allons publier très-prochainement, qu'il devient peu logique de rejeter désormais les faits de l'expérience par une fin de non-recevoir qui consiste à considérer comme décomposés, au moment où l'on en prend la densité de vapeur, tous les corps qui représentent huit volumes. De plus, ce raisonnement devient dangereux quand il sert seulement à appuyer des idées conjecturales sur la constitution atomique des combinaisons chimiques. J'ai donc cru né-

cessaire de faire à ce sujet une expérience qui levât tous les doutes.

Dans une enceinte chauffée extérieurement à la température invariable de 350° par la vapeur de mercure, j'introduis un thermomètre à air, qui se met bientôt en équilibre avec les parois. Puis je fais arriver rapidement, au moyen de deux tubes distincts, deux courants gazeux de même vitesse, l'un d'acide chlorhydrique et l'autre d'ammoniaque. Au moment où les gaz se combinent, l'air sort brusquement du thermomètre à air et indique une élévation subite de température; et si l'on ferme la tige du thermomètre au moment où le dégagement des vapeurs est suffisamment abondant, on voit que la température de l'enceinte a été portée à 394°,5, malgré le refroidissement incessant causé par les vapeurs de mercure, qui ramènent constamment à 350° les parois de l'enceinte.

Ainsi, non-seulement le sel ammoniac ne se décompose pas à 394°,5, mais ses éléments s'unissent à cette température avec dégagement de chaleur, chaleur bien plus considérable sans doute que ne peuvent le faire supposer les nombres cités plus haut. Or, en prenant la densité de vapeur du sel ammoniac à 350°, dans la vapeur de mercure, nous l'avons trouvée égale à 1,00, au lieu de 0,93 = 8 vol. qu'indique la théorie.

Cette expérience fait voir combien il faut être prudent avant de rejeter comme inadmissibles les résultats de l'expérience, parce qu'ils sont en désaccord avec des théories atomistiques, excellentes assurément pour diriger dans les voies nouvelles de la science, mais que l'histoire de leurs variations doit nous faire considérer comme essentiellement transitoires.

Dans une prochaine communication je donnerai, en mon nom et au nom de M. Troost, un grand travail expérimental sur les densités de vapeur, dont le résultat final est de généraliser encore les grands faits introduits dans la science par Gay-Lussac, MM. Dumas, Mitscherlich et Cahours.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Henry-Walter BATES. CONTRIBUTIONS, etc. NOTES POUR SERVIR A UNE FAUNE ENTOMOLOGIQUE DE LA VALLÉE DE L'AMAZONE. (*Transact. Linnean Soc.*, vol. XXIII, 1862, p. 495.)

Nous empruntons au dernier numéro du *Natural History Review*, quelques fragments d'un extrait de l'intéressant Mémoire de M. Bates. Le principal sujet discuté dans ce travail est la ressemblance extraordinaire que certains lépidoptères offrent avec d'autres lépidoptères appartenant à des groupes entièrement différents. Dans un district, par exemple, où une Ithomia abonde en joyeux essaims, un autre papillon appartenant au genre Leptalis se mêle isolément aux Ithomia, dont il copie ou reproduit les nuances et les taches presque trait pour trait. Cette ressemblance est si grande que M. Bates, bien que son œil de collecteur fût exercé par une expérience de onze années, était constamment trompé par elle. Il faut saisir les *copistes* et les *copiés*, et les comparer avec soin pour reconnaître qu'ils appartiennent non-seulement à des genres distincts, mais encore à des familles entièrement différentes. Cette ressemblance ne se fût-elle présentée que dans un ou deux cas, on pourrait se contenter d'y voir une étrange coïncidence. Mais éloignez-vous d'une centaine de milles d'un district où une Leptalis copie une Ithomia, et vous trouverez une autre espèce copiée par un autre copiste. M. Bates figure sept espèces de Leptalis, copiant six espèces d'Ithomia et une espèce d'un autre genre. Il énumère en tout dix genres de lépidoptères renfermant des espèces qui copient des papillons d'autres genres. Les copiés habitent toujours les mêmes districts que leurs copistes, et jamais un copiste ne s'égare dans une contrée éloignée de celle qu'habite l'espèce dont il revêt les couleurs. Les copistes sont toujours des espèces relativement rares, tandis que les copiés abondent en nombreux essaims. Dans tel district où une Leptalis copie les couleurs d'une Ithomia, on trouve quelquefois d'autres lépidoptères copiant cette même Ithomia, si bien qu'on peut rencontrer dans une même localité des espèces de trois genres

distincts portant l'habit d'une espèce appartenant à un quatrième genre. On voit même des lépidoptères hétérocères (nocturnes) copier exactement des rhopalocères (diurnes), quelque différent que soit leur genre de vie. Ces faits obligent d'admettre l'existence d'un lien quelconque entre les espèces copistes et les espèces copiées. Mais on est en droit de demander pourquoi telle espèce est considérée comme *copiste* et telle autre comme *copiée*. M. Bates répond que les espèces qu'il appelle *copiées* présentent une livrée analogue à celle des autres espèces du groupe naturel auquel elles appartiennent, tandis que celles qu'il appelle copistes ont une livrée entièrement différente de celle de leurs alliés naturels.

Ces faits peuvent être rapprochés d'autres analogies bien connues des naturalistes, telles que les rapports extérieurs entre les cétacés et les poissons, les batraciens ophidiformes (cécilies, etc.) et les serpents, les damans et les lapins, etc. Ces ressemblances là peuvent s'expliquer par l'adaptation de différents animaux à un même genre de vie. Toutefois il n'est guère possible d'admettre qu'une telle cause puisse agir sur les taches et les nuances des ailes chez les lépidoptères, d'autant moins que ces caractères varient souvent, chez une même espèce, de mâle à femelle. La véritable cause des copies observées chez les insectes doit être cherchée ailleurs. Déjà M. Andrew Murray, dans son excellent Mémoire sur les déguisements dans la nature, remarque que les éléments de solution de ce problème doivent être cherchés dans la circonstance que les copistes habitent toujours la même contrée que les copiés, et que les premiers sont rares tandis que les seconds sont abondants. M. Bates a poursuivi ingénieusement la voie indiquée et donné une explication qui paraît très-satisfaisante. Les formes copiées, qui sont toujours fort communes, doivent échapper plus facilement que d'autres à la destruction, sinon elles ne pourraient exister en essaims aussi nombreux, et, en effet, M. Bates ne les a jamais vues devenir la proie des oiseaux ni de certains gros insectes qui attaquent d'autres papillons. Il sup-

pose que ces espèces doivent cette immunité à une odeur désagréable qu'elles émettent. D'un autre côté, les formes copistes habitant le même district sont relativement rares et appartiennent à des groupes également rares. Il est donc vraisemblable qu'elles sont exposées à de sérieux dangers, sinon, eu égard à l'abondance d'œufs qu'elles produisent, elles formeraient, dès la troisième ou la quatrième génération, des essaims aussi nombreux que ceux des espèces les plus communes. Or, si quelque membre de ces formes persécutées vient à prendre la livrée d'une des formes naturellement protégées au point de tromper l'œil exercé d'un entomologiste, il est probable qu'il trompera de même l'œil des oiseaux de proie et des insectes et qu'il échappera plus facilement au danger que ses congénères. Telle serait la clé des imitations ou copies.

M. Bates remarque que la copie d'un lépidoptère par un autre est un phénomène du même ordre que les cas innombrables d'insectes imitant l'écorce des arbres, les lichens, les morceaux de bois mort, les feuilles, etc. Même parmi les mammifères le pelage du lièvre se confond facilement avec la teinte des herbes fanées. Toutefois on ne connaît pas d'exemple d'une antilope ressemblant à un tigre au point de tromper le chasseur. M. Bates cite cependant des cas d'imitation de forme chez des insectes aussi différents les uns des autres que les ruminants et les carnivores. C'est ainsi qu'il décrit un achétide copiant une cicindèle. Des cas analogues ont été cités par M. Wallace chez les oiseaux, et par M. Waterhouse chez des coléoptères.

Par quel moyen tant de lépidoptères de la vallée de l'Amazone ont-ils acquis leur livrée trompeuse? Certains naturalistes répondront qu'ils la possèdent depuis l'époque de leur création et s'abstiendront de toute recherche à cet égard. Toutefois les *créationistes* (le mot commence à s'introduire dans le langage des sciences) se heurtent ici contre de graves difficultés. En effet, on peut démontrer par de riches séries d'échantillons que certaines formes de Leptalis copistes ne sont que des variétés d'une seule

et même espèce, tandis que d'autres copistes forment des espèces et même des genres très-distincts. De même certaines formes copiées ne sont que de simples variétés, quoique la plupart doivent être considérées comme des espèces tranchées. Les créationnistes seront par suite obligés d'admettre que certaines formes sont devenues copistes conformément à la loi de variation, tandis que d'autres ont été créées dès le principe avec leur livrée de Sosie ; bien plus ils devront admettre que certaines espèces ont lété créées à l'imitation d'autres espèces qui elles-mêmes n'ont point été créées telles que nous les voyons, mais qui sont devenues telles grâce à la loi de variation.

Quelques naturalistes diront peut-être que les formes copistes et les formes copiées habitant les mêmes districts, elles ont dû être exposées aux mêmes conditions physiques, et que l'identité de leur livrée est due à cette circonstance. Toutefois il est difficile d'admettre que des insectes à structure anatomique et à genre de vie aussi différent qu'un achétide et une cicindèle puissent être influencés par les circonstances ambiantes au point de prendre la même apparence extérieure. Il n'est pas possible non plus de croire que les conditions physiques de la vie amènent directement tel insecte à ressembler à un fragment d'écorce, tel autre à une feuille verte, un troisième à un morceau de branche d'arbre, etc.

Il faut évidemment quelque chose de plus pour satisfaire notre esprit, et ce quelque chose, M. Bates l'indique d'une manière ingénieuse. Il montre que certaines formes (espèces ou variétés) de Leptalis qui copient d'autres lépidoptères sont sujettes à de nombreuses variations. C'est ce dont on pourra se convaincre par la lecture de son mémoire et l'examen de ses planches. Il admet donc que lorsqu'il se forma une variété de Leptalis ressemblant à une Ithomia, cette variété trouve dans cette ressemblance avec une espèce peu poursuivie par les animaux de proie des chances nombreuses d'échapper à la destruction. Plus la ressemblance était parfaite, plus les individus qui la présentaient pouvaient

perpétuer leur race. Les individus qui ressemblaient moins aux Ithomia étaient au contraire voués à une destruction presque certaine. C'est ainsi que par voie d'*élection naturelle* se seraient formées les formes copistes. On comprend facilement comment par un procédé analogue on pourrait expliquer la ressemblance de certains insectes avec des feuilles, du bois, etc.

P. HARTING. TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE ZOOLOGIE (*Leerboek van de Grondbeginselen der Dierkunde in haren geheelen omvang*. Eerste Deel. Tiel, 1862).

C'est de la Hollande que nous viennent aujourd'hui les ouvrages généraux de zoologie. Celui de M. van der Hoeven, traduit en allemand et en anglais, est avec raison le manuel le plus répandu dans toute l'Europe. Ceux de M. Schlegel et de M. Lubach, quoique moins connus et s'adressant à un public plus restreint, sont aussi justement estimés. Voici maintenant M. Harting, professeur à l'université d'Utrecht, qui entre dans la lice, et son traité de zoologie occupera dorénavant une place importante sur les rayons de la plupart des bibliothèques. Cet ouvrage n'est point destiné à remplacer ceux que nous venons de citer. Son but est en effet très-différent. L'ouvrage de M. van der Hoeven, en particulier, est un *manuel* destiné à être *consulté*. Celui de M. Harting, qui s'adresse surtout aux étudiants, est un *traité* destiné à être *lu*. Le premier est rempli de descriptions et de diagnoses que le second, sous peine de dégoûter le lecteur, a dû sacrifier. La première partie, qui seule jusqu'ici a paru, comprend la zoologie générale. Ce volume, d'un haut intérêt, traite une foule de questions qui sont à peine effleurées dans l'introduction de la plupart des traités, comme on peut s'en convaincre par l'énumération des principaux chapitres : But de la zoologie ; qualités physiques et chimiques des corps animés ; types fondamentaux du règne animal ; fonctions animales ; phénomènes psychiques des animaux ; sommeil et mort apparente ; durée de la vie et mort ; perfection

relative des différents types; principes de la taxonomie; les animaux considérés dans leurs rapports avec la nature ambiante; distribution des animaux dans l'espace; succession des formes animales dans le temps.

Ce premier volume sera suivi d'une zoologie spéciale (bijzondere Dierkunde) dont l'étendue surpassera beaucoup celle de la zoologie générale. L'ordre adopté dans la distribution des matières différera de celui d'un manuel de zoologie. L'auteur jettera d'abord un coup d'œil général sur l'ensemble d'un type animal, c'est-à-dire d'un embranchement, en tenant compte des formes fossiles; puis dans une seconde partie il étudiera l'anatomie comparée, la physiologie et le développement de ce même embranchement. Tous les embranchements seront ainsi passés en revue les uns après les autres. Cette méthode a l'inconvénient de briser le lien naturel qui unit les uns aux autres les animaux appartenant à différents embranchements. L'auteur supplée à ce défaut par la dernière partie de l'ouvrage, qui contiendra une esquisse rapide des principaux résultats fournis par les recherches relatives à l'organisation, la vie et le développement des animaux en général. Ce sera là une sorte de récapitulation concise de l'ouvrage entier.

Nous ne saurions trop désirer la publication d'une traduction française du traité de M. Harting. Nous ne possédons, en effet, aucun ouvrage analogue en langue française. Le traité de M. Milne Edwards est beaucoup plus élémentaire et incomplet, puisqu'il y manque tout ce qui est relatif au développement des animaux. L'histoire générale des règnes organiques d'Isidore Geoffroy St-Hilaire ne saurait même remplacer la zoologie générale de M. Harting. Cet ouvrage, beaucoup plus étendu et conçu sur un plan entièrement différent, restera d'ailleurs inachevé.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1863.

Le 1er, couronne lunaire et halo lunaire de 8 h. 45 m. à 11 h. 15 m.

3, de 4 h. à 4 h. 25 m., on voit les deux parhélies sur le halo ordinaire : plus tard, jusqu'à 5 h., seulement celui à l'Est du soleil.

4, couronne lunaire à plusieurs reprises de 7 h 45 m. à 11 h. 30 m.

5 et le 6, gelée blanche le matin, le minimum ne s'abaissant pas au-dessous de + 0°,3 et + 1°,0. Le 6, lumière zodiacale dans la soirée.

7, de 6 h. 15 m. à 10 h 30 m. du matin, faible halo solaire à plusieurs reprises.

10, de 4 h. à 5 h. 30 m., halo solaire partiel.

11, éclairs à l'Est et au NE de 6 h. 10 m. à 8 h. 30 m. du soir.

12, de 7 h. à 7 h. 30 m du soir, orage accompagné de fortes décharges électriques et d'une violente averse ; la direction des nuages orageux est du SSO. au NNE.

13, halo solaire partiel à plusieurs reprises de 8 h. du matin à 4 h. du soir. Brouillard le matin de bonne heure et jusqu'après 8 h.

23, couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.

25, 26 27. 28, gelée blanche, assez faible les 3 derniers jours ; le minimum n'est pas descendu au-dessous de 0, il a marqué pour ces 4 jours + 0°,8, + 2°,2, + 3°,7, + 5°,4. Éclairs à l'Est dans la nuit du 28-29.

29, il a neigé sur les Voirons et sur le grand Salève. Couronne lunaire dans la soirée.

30, gelée blanche le matin ; minimum + 2°,2. La neige tombée la veille sur le grand Salève a disparu. Halo solaire partiel à plusieurs reprises dans la journée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3, à 10 h. matin. .	730,50		
		7, à 2 h. soir	720,51
8, à 8 h. soir.....	726,28		
		11, à 5 h. soir.....	721,76
14, à 10 h. soir.....	727,08		
		16, à 4 h soir....	724,27
19, à 8 h. matin.. .	729,30		
		20. à 6 h. soir	724,72
25, à 8 h. matin...	736,08		
		29, à midi	721,69
30, à 10 h. soir	725,98		

GENEVE. — Avril 1863.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minimum.	Fract. de saturation. Maximum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi.
	millim	millim.	o	o	o	o	m.	millim.					mm.				o		pouces
1	728,63	+ 4,25	+ 5,48	−1,04	+ 2,5	+10,4	5,57	+0,66	813	+ 90	630	890	...	..	N. 1	0,52	7,9	+ 0,8	31,5
2	729,09	+ 4,71	+ 7,90	+1,25	+ 1,6	+13,6	6,64	+1,69	813	+ 91	620	960	0,1	1	variable	0,76	8,0	+ 0,9	35,0
3	729,56	+ 5,23	+ 8,40	+1,62	+ 1,6	+14,9	6,01	+1,02	731	+ 10	470	990	...	..	variable	0,24	...	.....	35,0
4	726,69	+ 2,38	+ 9,92	+3,00	+ 2,9	+17,1	5,11	+0,11	587	−133	350	930	...	..	SSE. 1	0,18	8,8	+ 1,5	35,2
5	726,86	+ 2,57	+ 7,92	+0,86	+ 0,3	+15,0	4,64	−0,43	593	−127	350	890	...	..	N. 1	0,08	...	....	35,0
6	723,81	− 0,46	+ 8,52	+1,32	+ 1,0	+14,9	5,79	+0,67	682	− 37	480	880	...	..	variable	0,13	9,0	+ 1,6	35,0
7	722,01	− 2,24	+10,18	+2,85	+ 5,6	+18,1	5,83	+0,66	672	− 47	350	880	3,6	2	SO. 2	0,87	9,8	+ 2,3	35,0
8	725,75	+ 1,52	+ 9,32	+1,85	+ 6,2	+14,0	5,38	+0,17	631	− 87	430	770	0,8	4	SO. 1	0,78	8,6	+ 1,1	35,0
9	725,60	+ 1,38	+10,26	+2,65	+ 6,9	+14,9	7,22	+1,96	771	+ 54	590	900	..	..	N. 1	0,44	8,9	+ 1,3	35,0
10	724,04	− 0,17	+10,34	+2,59	+ 3,9	+16,2	7,51	+2,20	784	+ 67	550	960	...	..	N. 1	0,37	9,5	+ 1,8	35,0
11	722,73	− 1,47	+11,37	+3,48	+ 8,8	+16,9	8,33	+2,97	839	+123	700	950	3,6	3	variable	0,96	9,0	+ 1,2	35,0
12	722,74	− 1,45	+10,55	+2,52	+ 6,2	+17,0	7,99	+2,58	834	+118	600	1000	8,7	3	NNE. 1	0,54	.	.....	35,0
13	724,78	+ 0,60	+11,19	+3,32	+ 7,9	+16,0	7,92	+2,46	784	+ 68	590	980	..	..	N. 1	0,88	10,9	+ 3,0	35,0
14	725,82	+ 1,64	+12,66	+4,35	+ 9,7	+16,0	8,32	+2,81	766	+ 50	580	930	1,3	5	SSO. 1	0,98	11,0	+ 3,0	35,4
15	726,06	+ 1,88	+11,14	+2,69	+ 8,5	+16,5	8,87	+3,30	893	+178	690	980	6,2	9	variable	0,94	10,4	+ 2,3	35,6
16	724,73	+ 0,55	+10,21	+1,65	+ 7,9	+14,5	8,03	+2,40	860	+145	690	970	6,9	7	variable	0,98	10,6	+ 2,5	35,9
17	726,43	+ 2,25	+12,48	+3,75	+ 9,3	+17,8	8,06	+2,37	752	+ 37	500	900	1,3	2	NNE. 1	0,72	10,4	+ 2,2	36,0
18	727,84	+ 3,66	+11,13	+2,2.	+ 8,5	+15,3	7,89	+2,14	801	+ 86	630	930	3,0	4	N. 2	0,53	10,7	+ 2,4	36,0
19	728,41	+ 4,23	+10,07	+1,05	+ 4,9	+16,1	7,22	+1,41	757	+ 42	560	950	...	..	N. 1	0,20	...	... .	36,2
20	726,13	+ 1,94	+12,14	+2,98	+ 5,2	+20,8	7,23	+1,36	696	− 19	320	910	...	..	variable	0,03	11,8	+ 3,4	36,8
21	726,79	+ 2,59	+12,40	+3,09	+ 8,7	+18,1	8,85	+2,91	820	+105	660	1000	2,7	5	variable	0,83	12,1	+ 3,6	37,2
22	727,41	+ 3,20	+12,54	+3,09	+ 6,0	+18,8	6,63	+0,63	631	− 84	400	980	..	..	variable	0,20	12,1	+ 3,5	37,5
23	729,25	+ 5,03	+11,58	+1,98	+ 6,5	+16,1	6,79	+0,72	663	− 52	540	850	...	..	OSO. 1	0,74	11,2	+ 2,5	37,9
24	733,02	+ 8,79	+ 8,36	−1,38	+ 4,8	+12,0	3,78	−2,36	481	−234	330	620	...	..	NNE. 2	0,21	11,8	+ 3,0	38,0
25	734,99	+10,74	+ 8,65	−1,21	+ 0,8	+14,6	4,97	−1,24	603	−113	410	800	...	..	N. 1	0,11	11,2	+ 2,4	37,0
26	732,66	+ 8,39	+10,91	+0,88	+ 2,2	+17,3	5,93	−0,35	617	− 99	400	930	...	..	NNE. 1	0,00	..	.....	37,0
27	729,45	+ 5,16	+12,58	+2,40	+ 3,7	+20,9	6,17	−0,18	581	−135	350	950	...	..	N. 1	0,00	12,2	+ 3,2	37,0
28	725,83	+ 1,52	+14,61	+4,29	+ 5,1	+21,2	5,98	−0,44	501	−215	280	830	0,1	1	SO. 2	0,41	12,6	+ 3,5	37,5
29	721,78	− 2,56	+ 7,18	−3,29	+ 4,1	+14,6	6,54	+0,05	874	+158	740	980	6,8	7	variable	0,98	10,2	+ 1,0	38,0
30	724,41	+ 0,04	+ 7,86	−2,76	+ 2,2	+12,1	5,80	−0,76	729	+ 12	530	970	...	..	N. 1	0,91	10,8	+ 1,5	37,4

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1863

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	726,72	726,88	726,78	726,29	725,61	725,35	725,47	725,89	726,06
2e »	725,82	726,05	726,10	725,71	725,17	724,80	724,95	725,68	725,96
3e »	728,94	729,09	728,99	728,58	728,17	727,88	727,91	728,52	728,83
Mois	727,16	727,31	727,29	726,89	726,32	726,01	726,11	726,69	726,95
Température.									
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade	+ 3,97	+ 7,48	+10,91	+12,61	+13,35	+13,28	+11,40	+ 9,45	+ 8,15
2e »	+ 8,57	+10,82	+12,49	+13,96	+15,10	+14,90	+13,62	+11,28	+10,54
3e »	+ 6,14	+10,08	+12,36	+14,25	+15,06	+14,81	+13,70	+11,53	+ 9,37
Mois	+ 6,23	+ 9,46	+12,09	+13,61	+14,51	+14,33	+12,91	+10,75	+ 9,35
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	5,46	6,12	6,33	6,38	6,04	5,89	5,84	5,98	6,17
2e »	7,75	8,50	8,26	8,33	8,35	7,58	7,56	8,08	7,91
3e »	6,07	6,68	6,30	6,42	6,05	5,99	6,11	5,88	6,24
Mois	6,43	7,10	6,96	7,01	6,81	6,49	6,50	6,65	6,77
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade,	899	785	654	589	539	526	593	681	754
2e »	927	878	766	702	653	613	661	798	826
3e »	858	725	568	534	481	495	527	591	712
Mois	892	796	663	608	558	545	594	690	764

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o		o	mm	p.
1re décade,	+ 3,25	+14,91	0,44	8,81	4,5	35,0
2e »	+ 7,69	+16,69	0,68	10,60	31,0	35,7
3e »	+ 4,47	+16,57	0,44	11,58	9,6	37,4
Mois	+ 5,14	+16,06	0,52	10,38	45,1	36,0

Dans ce mois, l'air a été calme 3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,17 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 36° 6 O. et son intensité est égale à 24 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1863

SAINT-BERNARD. — Avril 1863.

Jours du mois	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Ecart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Température, C. Moyenne des 24 heures.	Ecart avec la température normale.	Minimum.[1]	Maximum.[1]	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	mm	mm			
1	564,49	+ 1,26	563,86	564,89	— 3,00	+ 2,76	— 5,0	+ 2,0	......	......	......	calme	0,77
2	564,68	+ 1,41	561,32	565,74	— 3,79	+ 1,85	— 5,4	— 1,0	......	......	......	SO. 1	0,66
3	565,31	+ 5,03	561,73	565,91	— 3,36	+ 2,17	— 5,9	0,0	......	......	......	NE. 1	0,53
4	562,65	+ 2,29	562,40	563,03	— 4,11	+ 1,30	— 5,8	— 0,5	......	......	......	NE. 1	0,56
5	563,66	+ 3,25	562,87	564,00	— 1,49	+ 3,80	— 5,0	+ 1,2	......	......	......	calme	0,00
6	562,66	+ 2,21	561,93	563,62	— 2,37	+ 2,80	— 4,0	+ 0,7	......	......	......	SO. 1	0,67
7	560,09	— 0,41	559,61	560,81	— 3,66	+ 1,39	— 4,0	— 2,0	45	4,7	8	SO. 1	0,99
8	560,57	+ 0,02	559,51	561,53	— 5,31	— 0,38	— 7,0	— 3,0	......	......	......	NE. 1	0,67
9	562,45	+ 1,85	561,37	563,62	— 2,33	+ 2,48	— 4,0	+ 1,0	......	......	......	NE. 1	0,91
10	562,39	+ 1,73	562,25	562,64	+ 0,37	+ 5,05	— 4,0	+ 4,1	......	......	......	calme	0,24
11	561,35	+ 0,64	561,08	561,68	— 1,42	+ 3,13	— 2,0	+ 2,3	......	9,0	5	calme	0,97
12	561,57	+ 0,80	560,87	562,50	— 0,63	+ 3,79	— 1,4	+ 4,7	......	......	......	calme	0,62
13	563,05	+ 2,22	562,73	563,29	— 2,08	+ 2,21	— 2,8	+ 0,3	......	......	......	SO. 1	0,98
14	564,02	+ 3,13	563,22	564,77	— 1,06	+ 3,10	— 3,0	+ 2,3	35	12,0	5	SO. 1	0,88
15	563,66	+ 2,71	563,13	564,46	+ 0,30	+ 1,33	— 3,7	+ 5,4	......	......	......	variable	0,66
16	561,71	+ 0,73	561,47	562,58	— 1,82	+ 2,08	— 2,3	+ 0,7	......	......	......	SO. 1	0,68
17	563,83	+ 2,75	562,83	564,52	+ 0,41	+ 1,20	— 3,6	+ 5,4	......	......	......	NE. 1	0,43
18	564,37	+ 3,22	564,02	564,92	— 1,83	+ 1,80	— 2,6	+ 0,6	......	......	......	NE. 1	0,84
19	564,96	+ 3,74	564,76	565,22	— 1,16	+ 2,34	— 4,2	+ 2,0	......	......	......	NE. 1	0,24
20	564,48	+ 3,19	564,33	564,70	+ 0,82	+ 4,18	— 3,0	+ 6,0	......	......	......	SO. 1	0,19
21	564,72	+ 3,36	564,53	565,23	— 0,15	+ 3,07	— 2,2	+ 3,0	......	......	......	NE. 1	0,82
22	564,91	+ 3,17	564,69	565,37	— 0,56	+ 2,52	— 2,7	+ 2,8	......	......	......	NE. 1	0,50
23	565,24	+ 3,73	564,85	565,59	— 0,85	+ 2,09	— 3,6	+ 2,5	......	......	......	NE. 1	0,76
24	565,38	+ 3,79	563,94	567,02	— 8,01	— 5,21	— 9,5	— 5,6	......	......	......	NE. 2	0,58
25	568,21	+ 6,51	566,89	569,11	— 4,80	— 2,14	— 8,5	— 0,7	......	......	......	NE. 2	0,41
26	568,73	+ 6,98	568,27	569,01	— 0,25	+ 2,27	— 2,7	+ 2,8	......	......	......	NE. 2	0,01
27	567,91	+ 6,11	567,74	568,11	+ 2,44	+ 4,82	0,0	+ 5,0	......	......	......	NE. 1	0,07
28	564,28	+ 2,36	562,31	565,87	+ 2,36	+ 4,60	— 1,2	+ 6,3	......	......	......	SO. 1	0,30
29	557,42	— 4,58	556,74	558,84	— 4,37	— 2,27	— 7,6	+ 1,8	70	4,5	6	NE. 1	1,00
30	560,55	— 1,51	558,26	562,55	— 4,96	— 3,01	—10,2	— 1,3	......	......	......	SO. 2	0,67

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermométrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1863.

---

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s.

Baromètre.

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade.	562,77	562,88	562,98	562,97	562,95	562,87	562,98	563,02	563,12
2e »	563,[illegible]	563,15	563,40	[illegible],41	563,30	563,35	563,10	563,51	563,62
3e »	564,41	561,63	564,78	564,78	564,81	564,77	564,79	564,99	565,09
Mois	563,40	563,55	563,72	563,72	563,68	563,66	563,72	563,85	563,94

Température.

	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade.	— 4,97	— 3,26	— 1,77	0,95	+ 0,30	— 0,35	— 2,34	— 3,34	— 3,84
2e »	— 3,08	— 0,71	+ 0,55	+ 2,03	+ 2,64	+ 1,07	— 0,49	— 1,12	— 1,48
3e »	— 4,09	— 1,41	+ 0,40	+ 0,96	+ 1,04	+ 0,17	— 1,18	— 2,51	— 3,16
Mois	— 4,05	— 1,79	— 0,24	+ 1,0[illegible]	+ 1,[illegible]3	+ 0,30	— 1,34	— 2,32	— 2,83

	Min. observé.[1]	Max. observé [1]	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	o	o		mm	mm
1re décade.	— 5,01	+ 0,55	0,60	4,7	45
2e »	— 3,16	+ 2,94	0,65	21,0	35
3e »	— 4,82	+ 1,66	0,51	4,5	70
Mois	— 4,33	+ 1,72	0,59	21,2	150

Dans ce mois, l'air a été calme 37 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,39 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45°E., et son intensité est égale à 30 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

SECONDE NOTICE

SUR LES TRAVAUX RÉCENTS

RELATIFS AUX NÉBULEUSES

PAR

M. GAUTIER,

Professeur.[1]

---

§ I. *Travaux du comte de Rosse sur ce sujet.*

Premiers Mémoires.

C'est depuis l'année 1827 que lord Rosse s'est occupé de la construction de grands miroirs, destinés à des observations astronomiques. Il a terminé en 1839 son premier télescope, dont le miroir avait 3 pieds de diamètre et 27 pieds de distance focale, et il a décrit les procédés suivis pour sa construction dans un Mémoire inséré dans les *Transactions philosophiques* de la Société royale de Londres pour 1840. Dès lors, il s'est attaché à obtenir des miroirs de plus grandes dimensions, et, dès 1844, il avait réussi à en obtenir deux de 6 pieds anglais de diamètre et de 56 pieds de longueur focale, pour l'usage desquels il a fait construire un grand télescope, établi en plein air, entre deux murs qui le sou-

[1] La première Notice sur ce sujet a paru dans le numéro de septembre 1862 des *Archives*.

tiennent et qui aident à en faire usage, dans le parc de son château, situé à Birr ou Parsonstown, comté du roi en Irlande, à environ 25 lieues au sud-ouest de Dublin[1]. Lord Rosse a été pendant quelques années président de la Société royale de Londres. Il a publié à cette époque, en 1850, dans les *Transactions* de cette ancienne et illustre Société, un premier mémoire de 15 pages in-4°, sur ses observations de nébuleuses, accompagné de 4 planches représentant 17 de ces objets célestes. Avant de passer à son second mémoire sur le même sujet, présenté en 1861 à la même Société, je rapporterai ici quelques détails extraits du mémoire précédent.

C'est dans ce mémoire de 1850 que lord Rosse a signalé pour la première fois la structure de forme spirale qu'il avait découverte dans plusieurs nébuleuses, fait de grande importance, en ce qu'il semble jeter un jour nouveau sur la constitution de ces systèmes célestes.

La belle nébuleuse n° 51 du catalogue de Messier (n° 1622 du catalogue de sir John Herschel publié dans les *Trans. philos.* pour 1833), est située dans la constellation des Chiens de chasse, près du Bouvier, par environ 13^h 23^m d'ascension droite et 48° de déclinaison boréale. Elle a été décrite par Messier comme une nébuleuse double avec étoiles; par sir William Herschel comme une nébuleuse brillante, entourée à distance d'une espèce de halo ou de gloire, et ayant une compagne voisine. Sir John Herschel a observé de plus la division en deux branches du bord sud-ouest de l'anneau. C'est la pre-

[1] Une Notice sur ce grand télescope, accompagnée d'une planche qui le représente, a paru dans le numéro de juin 1845 de la *Bibliothèque universelle*.

mière où lord Rosse ait découvert, au printemps de 1845, la structure en spirale, formant plusieurs circonvolutions, sans courbes rentrant régulièrement sur elles-mêmes; et le dessin qu'il en donne, résultant d'observations multipliées avec le télescope de 6 pieds, présente une douzaine de circonvolutions distinctes plus ou moins étendues. « On voit donc, dit cet astronome, que chaque progrès optique a manifesté une structure plus compliquée pour cette nébuleuse, et il est de moins en moins facile de s'en rendre raison par quelque loi dynamique dont nous trouvions la contre-partie dans notre système solaire. La liaison de la seconde nébuleuse avec la grande paraît évidente, mais d'après la forme de la nébulosité telle qu'elle est représentée dans la figure, cette connexion augmente encore la difficulté de conception d'une hypothèse explicative. Il me paraît improbable au plus haut degré qu'un tel système existe sans un mouvement intérieur. On peut associer à cette idée celle d'un milieu résistant, mais la supposition d'un équilibre purement statique n'est pas admissible. Des mesures positives, soit de changements d'éclat ou de formes, soit de variations de position seraient donc du plus haut intérêt, mais elles présentent de grandes difficultés. » M. Johnstone Stoney, que lord Rosse s'est adjoint pour ses observations, a cependant effectué, au printemps de 1849 et de 1850, des mesures micrométriques, consignées dans le présent mémoire, des positions relatives de diverses étoiles situées sur la nébuleuse n° 51 de Messier, en les rapportant au noyau central de cette nébuleuse. La nébuleuse n° 99 de Messier (n° 1173 du catalogue de sir J. Herschel), située par 12^h 10^m d'asc. dr. et 15° de déclinaison boréale, a donné lieu aussi à quelques mesures analogues.

C'est la seconde où lord Rosse ait constaté une structure spirale bien distincte. Il en a décrit encore, dans son mémoire de 1850, douze plus faibles du même genre, et il en soupçonnait quelques autres. Il a décrit et figuré dans ce même mémoire cinq nouvelles nébuleuses annulaires, à joindre aux deux déjà comprises dans le catalogue de sir J. Herschel, et de plus quelques étoiles dites nébuleuses, et d'autres nébuleuses de forme lenticulaire allongée, dont trois sont représentées dans les planches jointes au Mémoire.

Dernier Mémoire de lord Rosse.

Le nouveau mémoire que le comte de Rosse a présenté à la Société royale de Londres en juin 1861, et qui a paru en 1862 dans la troisième partie des *Trans. philos.* pour 1861, a 65 pages in-4°. Il est accompagné de 7 planches, dont une est relative au télescope de 6 pieds d'ouverture, et dont les autres représentent 43 nébuleuses. Ce mémoire est le résultat de sept années d'observations faites avec ce grand instrument : mais, comme le remarque lord Rosse, dans le climat si brumeux de l'Irlande, le travail d'une année, mesuré par le nombre d'heures où l'on peut faire de bonnes observations de nébuleuses, n'est pas considérable. « Ici, dit-il, en hiver, c'est ordinairement avant onze heures du soir que les objets célestes sont le plus distincts et que le ciel est le plus noir ; le ciel devient ensuite lumineux et les détails de faible clarté dans les nébuleuses disparaissent. Au printemps et en automne, le changement de lumière n'est ni si prompt, ni si décidé, mais les nuits sont plus courtes. Guidé par l'admirable catalogue de sir John Herschel (contenant les positions dans le ciel et une description sommaire de 2306

nébuleuses), nous avons examiné presque toutes les nébuleuses connues les plus brillantes, à l'exception de quelques-unes dans le voisinage du pôle, et observé aussi une grande partie des plus faibles. Nous n'en avons pas proprement cherché de nouvelles ; plusieurs de telles ont été, cependant, trouvées accidentellement, dans le voisinage immédiat de nébuleuses déjà connues, mais ce sont pour la plupart de faibles objets, présentant peu d'intérêt. Dans tous les cas où une particularité a été découverte, telle, par exemple, qu'une courbure spirale, des lignes ou des espaces noirs, on en a fait une esquisse, et les objets les plus remarquables ont été soumis, dans des nuits favorables, à un examen détaillé, quelquefois avec l'aide d'un micromètre. Dans notre climat éminemment variable, quand on emploie de forts grossissements et de grandes ouvertures, la vision est plus ou moins altérée, soit par la mobilité de l'air, soit par la brume, et l'état de l'air varie énormément, sous ces deux rapports, d'une nuit à l'autre, et même d'une heure à l'autre. L'action du miroir n'est pas uniforme non plus. Les soudaines alternatives de température dans ce climat humide y donnent lieu à des dépôts de rosée, et il se ternit graduellement. On pourrait y remédier par un réchauffement artificiel, mais il en résulterait peut-être d'autres inconvénients, et nous n'y avons pas eu recours. Il résulte de là qu'on peut à peine dire qu'aucun objet céleste ait été examiné dans un ensemble de circonstances favorables. Toutefois, il n'est pas probable, qu'à moins d'états d'atmosphère particulièrement avantageux et fort rares, on pût maintenant, avec l'instrument actuel, ajouter beaucoup aux détails déjà obtenus sur les nébuleuses, et c'est ce qui m'a engagé à ne pas différer davantage la présentation de ce mémoire. »

L'auteur commence par entrer dans de nombreux détails sur les procédés à suivre pour fondre, assembler et polir les grands miroirs, ainsi que sur le mode qu'il a adopté pour les monter. Comme j'ai eu précédemment l'occasion d'en parler dans ma Notice de 1845 citée plus haut, je ne le suivrai pas sur ce sujet, qui a plus d'intérêt et d'importance pour les constructeurs d'instruments de ce genre que pour le public. Je rappellerai seulement que les miroirs de lord Rosse sont formés par un alliage d'un peu plus de deux parties de cuivre sur une partie d'étain, la pesanteur spécifique de l'alliage étant de 8,8. Les miroirs de 3 pieds de diamètre pesaient environ 1200 livres, et ceux de 6 pieds pèsent 4 tonnes, soit 8000 livres. Leur monture n'est pas équatoriale, et le télescope ne s'écarte pas beaucoup de la direction méridienne. Pour qu'il puisse être constamment employé, il convient d'avoir deux miroirs, dont on fasse usage alternativement. Lord Rosse s'en est servi selon le mode newtonien, c'est-à-dire en faisant usage d'un petit miroir réflecteur, incliné à 45°, qui permet à l'observateur de se placer latéralement avec une lentille oculaire. Il estime qu'un grossissement linéaire d'environ 1300 fois est le plus fort qui puisse être avantageusement employé, en général, avec ses télescopes, pour des observations de nébuleuses ; mais il a fait usage occasionnellement de grossissements de plus de 2000 fois, pour découvrir de petites étoiles avec le télescope de trois pieds d'ouverture. Dans quelques occasions, celui de six pieds en admettrait de semblables et même de plus forts ; mais dans le climat d'Irlande, ces occasions sont rares et de courte durée. L'auteur pense que des télescopes de dimensions encore plus grandes pourraient être construits et avantageusement employés,

surtout dans de bons climats, pour les détails des nébuleuses de faible lumière, ainsi que pour en reconnaître un plus grand nombre de doubles et de multiples. Il croit que l'emploi de l'argent pour la seconde réflexion pourra être utile.

Lord Rosse dit avoir éprouvé parfois beaucoup de difficulté à faire un choix entre les nombreuses observations, vu l'incertitude qui règne quelquefois sur la réalité d'un fait, rapporté tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, suivant l'époque de l'observation. Il s'est plutôt attaché, en général, à décrire en détail les parties des nébuleuses de lumière faible qu'à déterminer leur résolvabilité en étoiles. Il a fait usage successivement de plusieurs miroirs de six pieds, dont deux ou trois ont été aussi parfaits que le premier : mais, vu le rude labeur requis pour déplacer et repolir d'aussi grands miroirs, il reconnaît qu'une masse considérable d'observations a été faite avec des miroirs dans une condition notablement inférieure à celle-là; il lui est souvent arrivé de constater avec le télescope de trois pieds de diamètre un cas de résolvabilité, tandis qu'aucune trace de ce genre n'a été aperçue avec celui de six pieds dans son état ordinaire de travail. Les questions relatives à la structure des noyaux des nébuleuses donnent lieu à des remarques analogues. Lorsqu'il y a de tels noyaux, ils présentent, tantôt un lent, tantôt un rapide accroissement d'éclat vers leur centre, et manifestent quelquefois en ce point une apparence stellaire et peut-être une étoile : mais les impressions faites sur l'œil au moment de l'observation ne peuvent pas être admises dans tous les cas, comme des faits physiques réels. L'auteur regarde, cependant, comme digne d'être consignée, la remarque suivante. Parmi les amas d'étoiles

(*Clusters*) il en est qui, placés à une très-grande distance, ou examinés avec un instrument de pouvoir optique insuffisant, peuvent être regardés comme étant des nébuleuses, avec des centres d'éclat ou de condensation divers : mais il ne paraît pas y avoir d'amas ayant une étoile centrale d'une telle grandeur d'éclat, qu'il puisse, en toute circonstance, être rangé dans la classe d'objets décrits comme ayant une étoile à leur centre.

Lord Rosse a fait ses observations conjointement avec MM. les frères Johnstone Stoney et Bindon Stoney, et plus tard avec M. Mitchell ; la plus grande partie a été faite en son absence, mais, dans son opinion, elles n'en méritent pas moins de confiance. Chacun de ces messieurs a observé pendant environ deux ans, et a fait des dessins soignés de quelques nébuleuses remarquables. M. Bindon Stoney a effectué, en 1850 et 1851, des mesures micrométriques sur les nébuleuses n°s 1622 et 2060 du catalogue de sir John Herschel. La comparaison de leurs résultats avec ceux obtenus par M. Otto Struve et communiqués par lui à lord Rosse, dans une lettre en date de Poulkova 2 juin 1851, insérée dans le présent mémoire, offre un accord généralement satisfaisant. Lord Rosse regrette de n'avoir pas engagé M. Mitchell, qui a été chargé des observations depuis le mois de mai 1852, à continuer ces mesures micrométriques, l'arrangement des matériaux de son dernier mémoire lui donnant lieu de soupçonner quelques cas de changements dans la direction de certaines parties des nébuleuses, notamment dans celle n° 1905 du catalogue de Herschel

La seconde moitié de ce mémoire se compose d'un résumé succinct d'observations descriptives de la plus grande partie des nébuleuses du catalogue de sir John

Herschel de 1833, rangées dans l'ordre adopté pour ce catalogue, savoir celui des ascensions droites ; ces observations sont souvent accompagnées, dans le texte même, de dessins sur bois rapidement esquissés, représentant les traits caractéristiques de quelques-unes de ces nébuleuses, parmi lesquelles il y en a une quinzaine ayant une structure de forme distinctement spirale.

Le mémoire est terminé par une liste de 35 nébuleuses du catalogue d'Herschel, qui n'ont pas été retrouvées dans le cours des observations ordinaires de lord Rosse et de ses adjoints, et sur lesquelles il est à désirer, par conséquent, que l'attention des astronomes se porte de nouveau.

Les dessins soignés de nébuleuses remarquables ont été très-fidèlement gravés par M. Basire, comme ceux du premier mémoire. Lord Rosse observe seulement que les étoiles y sont souvent figurées trop grandes.

Il me paraît résulter de l'analyse sommaire précédente, que le dernier mémoire de lord Rosse, sans présenter de faits nouveaux très-remarquables, a une importance considérable, en complétant les recherches sur les nébuleuses visibles en Irlande, entreprises par lui et par ses adjoints. On doit admirer, tout à la fois, l'énergie persévérante déployée par lord Rosse, dans une position sociale telle que la sienne, soit pour la construction de ses grands télescopes, soit pour en tirer le meilleur parti possible; ainsi que la loyale candeur avec laquelle il a décrit en détail ses procédés de construction, et a signalé lui-même les imperfections que peuvent présenter, dans un climat aussi nébuleux, des observations d'un genre si difficile et délicat.

Lord Rosse est tout à fait d'accord, dans son appré-

ciation des grandes difficultés auxquelles donnent lieu les observations de nébuleuses, avec deux des astronomes qui s'en sont récemment occupés : MM. Otto Struve et d'Arrest, comme on peut le voir, entr'autres, dans la courte notice sur leurs travaux que j'ai insérée dans le n° de septembre 1862 des *Archives*. Il ne paraît pas jusqu'à présent que les observations confirment les idées précédemment émises par quelques savants, sur la probabilité d'un travail graduel de concentration de la matière lumineuse dans ces objets célestes. La structure en spirale de bon nombre de nébuleuses ne s'accorde guère avec ces idées. Lord Rosse remarque, dans son premier mémoire sur ce sujet, que cette structure semble indiquer la présence de lois dynamiques, à la détermination desquelles on pourrait parvenir : mais il ne croit pas que dans l'état actuel de nos connaissances, on puisse former encore de conjectures plausibles de ce genre, et plus il a observé, plus cette recherche lui a paru mystérieuse et inabordable.

§ II. *Annonces et articles divers relatifs aux nébuleuses.*

M. d'Arrest a annoncé, dans le n° 1379 des *Astr. Nachrichten*, l'existence d'une troisième nébuleuse variable, située au nord de la constellation du Taureau. Cette nébuleuse avait été aperçue d'abord, soit à l'observatoire de Bonn par MM. Schœnfeld et Krüger en 1855 et 1856, soit en Amérique par M. Tuttle en 1859 ; et elle était alors visible avec un chercheur de comètes de 34 lignes d'ouverture : tandis qu'en 1862, M. d'Arrest l'a trouvée à peine visible à Copenhague, avec la grande lunette de son observatoire.

M. Schœnfeld, directeur actuel de l'observatoire de Mannheim, a publié, dans le n° 1391 du même recueil, une Notice sur les observations de nébuleuses inscrites dans les revues du ciel par zones exécutées à l'observatoire de Bonn, dans laquelle il conteste la variabilité de lumière de cette même nébuleuse du Taureau, qu'il a observée sans difficulté, en septembre 1862, avec une lunette de 8 pieds de longueur focale. L'auteur ne regarde pas non plus comme bien sûre la variabilité de la deuxième nébuleuse de ce genre dans le Taureau. savoir de celle découverte, en 1855, dans le groupe des Pléïades, près de l'étoile Mérope, par M. Tempel, et signalée comme variable par M. d'Arrest dans le n° 1378 des *A. N.*, MM. Chacornac et lui l'ayant aussi revue en septembre 1862. M. Schœnfeld estime que la variabilité atmosphérique et celle de l'œil de l'observateur peuvent donner lieu à des appréciations assez diverses, pour des nébuleuses de lumière très-faible, diffuse et d'une certaine étendue.

M. le docteur Auwers, astronome à Gœttingue, dans une lettre qui fait suite à l'article précédent, partage la manière de voir de M. Schœnfeld. Il admet bien, d'après ses propres observations, faites à Kœnigsberg en 1858 et à Gœttingue en 1861, la variabilité de lumière de la nébuleuse découverte dans le Taureau par M. Hind en 1852, qui paraît avoir atteint sa plus grande clarté en 1856 et avoir disparu en 1860; mais il ne croit pas à la variabilité des deux autres nébuleuses dans le Taureau. « J'ai déjà souvent remarqué, dit-il, entre autres à l'occasion de quelques-unes des apparitions de la comète d'Encke. que les objets célestes assez étendus, de lumière faible et diffuse, sont plus faciles à reconnaître avec de

petits instruments optiques qu'avec de plus grands, le champ de vision de ces derniers étant, en général, assez restreint. » Il ajoute qu'il a bien distingué, en septembre 1862, les deux nébuleuses en question, avec un simple chercheur de comètes de deux pieds de longueur focale.

M. Auwers a fait insérer aussi, dans le n° 1392 des *A. N.*, un catalogue des positions exactes dans le ciel, en 1860, de quarante nébuleuses, résultant de ses observations avec l'héliomètre de l'observatoire de Kœnigsberg. Ce catalogue est accompagné de remarques diverses, et de la comparaison des positions qui y sont données avec celles des mêmes nébuleuses dans les catalogues déjà publiés par MM. Laugier et d'Arrest. Ces comparaisons ne paraissent pas manifester de changements de position.

M. le docteur Winnecke, dans une lettre datée de l'observatoire de Poulkova et insérée dans le n° 1397 des *A. N.*, confirme l'opinion énoncée plus haut que les petites lunettes permettent souvent de mieux distinguer les nébuleuses que les grandes ; il ne croit pas non plus bien constatée la variabilité des deux dernières nébuleuses du Taureau.

M. d'Arrest, dans un article du n° 1393 des *A. N.*, admet encore la variabilité de la nébuleuse voisine de Mérope, et signale une autre nébuleuse marquée par Jeaurat au nord de Pleïone, dans une carte des Pléïades publiée par lui dans les Mémoires de l'Académie des sciences de Paris pour 1779, qui n'a pas été revue depuis. Il présume, en conséquence, que cette région du ciel est particulièrement sujette à des variations de lumière.

Le même astronome a annoncé, dans le n° 1407 des

A. N., que sir John Herschel prépare un nouveau catalogue général de nébuleuses, d'après les observations tant anciennes que nouvelles, et il donne à cette occasion une liste de quelques corrections au catalogue de 1833, résultant de ses observations et de celles de MM. Auwers et Marth, dont sir John Herschel pourra faire usage dans son nouveau travail.

Les numéros les plus récents des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres ne renferment pas d'articles relatifs aux nébuleuses. J'en citerai seulement un de M. F. Abbott, daté de son observatoire particulier à Hobart-Town (Australie), en mai 1862, et inséré dans le n° 1 du t. 23 des *M. N.*, p. 32. Cet article, présenté à la Société dans sa séance du 14 novembre 1862, avec un dessin qui n'a pas été reproduit dans les *M. N.*, a pour objet un amas d'étoiles, situé dans la constellation de la Croix du Sud et portant la lettre grecque *Kappa*. « Ce bel amas, dit M. Abbott, que sir John Herschel annonce être composé de 50 à 100 étoiles de diverses couleurs, est à peine perceptible à l'œil nu : mais vu avec des lunettes, c'est un des plus brillants et des plus intéressants objets du ciel austral, non-seulement par l'extrême beauté de couleur et d'arrangement qui le distinguent, mais aussi par certains changements qui paraissent avoir eu lieu dans le nombre, la position et la couleur des étoiles dont il se compose, depuis l'époque où il a été observé à Feldhausen, près le cap de Bonne-Espérance, par sir John Herschel, vers l'année 1835. »

Les 75 étoiles qui se trouvent dans le dessin de M. Abbott ont été observées et déterminées de position par lui, soit avec une lunette de 5 pieds de longueur focale, munie d'un excellent objectif achromatique de 4 pouces $^1/_4$,

soit avec une autre lunette achromatique de Dollond de 7 pieds. Le grossissement employé pour la détermination des positions était de 135, et celui pour les couleurs de 27 seulement. Plusieurs des étoiles paraissent avoir changé de position, et bon nombre de celles figurées dans le dessin de M. Abbott ne se trouvent pas dans la description et la représentation qu'en a données sir John Herschel. Quelques-unes des étoiles ont conservé leur couleur, mais la plupart en ont changé d'après M. Abbott ; toutes les petites, de dixième à quatorzième grandeur, ont la même couleur bleu de Prusse, avec plus ou moins de teinte rouge ou verte mêlée avec le bleu.

M. Bond continue à Cambridge, en Amérique, ses observations de nébuleuses. D'après une note jointe à la traduction anglaise de ma Notice sur ce sujet de septembre 1862 (traduction qui a paru dans le numéro de janvier 1863 de l'*American Journal of Science*), cet astronome est actuellement en état de publier un compte rendu complet de quatorze années d'observations de la nébuleuse d'Orion, faites avec la grande lunette de l'observatoire du Collége d'Harvard ; et les comparaisons qui en résulteront donneront très-probablement lieu à des remarques nouvelles et intéressantes. Dans une autre note, les éditeurs de l'*American Journal* se disent autorisés à affirmer, contrairement à une assertion de M. Otto Struve rapportée dans ma Notice, que M. Bond a distinctement reconnu et consigné dans cinq esquisses originales, dessinées en 1847 et 1848, le *pont nébuleux* situé sur le *grand détroit* de l'une des régions de la nébuleuse d'Orion, et que ce pont est figuré aussi dans plusieurs de ses dessins plus récents.

Le n° 1383 des *A. N.* renferme une nouvelle carte sur

une petite échelle de cette même nébuleuse d'Orion, ainsi que des nombreuses étoiles situées sur elle et autour d'elle, dressée en 1861 par M. W. Tempel, d'après ses observations faites avec une lunette de 4 pouces d'ouverture, en y appliquant des grossissements de 20 à 40 fois seulement.

Je rapporterai, enfin, une Note de M. Chacornac, ayant pour titre : *Nébuleuse variable de ζ du Taureau*, présentée par M. Le Verrier à l'Académie des sciences de Paris dans sa séance du 6 avril 1863, et insérée dans le *Compte rendu* de cette séance, t. 56, p. 637.

M. Chacornac nota à Marseille, à la fin de 1853 et dans les premiers mois de 1854, une étoile de onzième grandeur, située vers $5^h 28^m \frac{1}{2}$ d'ascension droite et 21° 7 de déclinaison boréale, sans apercevoir aucune nébuleuse en ce point; et il n'en vit pas davantage à Paris, près du méridien, vers la fin de 1854, avec une lunette de 25 centimètres d'ouverture, quoique l'atmosphère fût très-transparente.

Le 19 octobre 1855, il a observé une faible nébuleuse, se projetant sur cette même petite étoile, très-voisine de ζ du Taureau. Le 10 novembre, la nébuleuse n'avait varié ni de place, ni d'étendue, ni de forme. Le 27 janvier 1856, elle lui a paru assez brillante, offrant l'apparence d'un nuage transparent qui semblait réfléchir la lumière de ζ du Taureau ; son aspect, tout différent de celui de la nébuleuse n° 357 (Herschel 2), ne faisait naître aucune idée de points stellaires visibles sur toute l'étendue de sa surface. Elle était comme un léger *cirro-stratus*, strié de bandes parallèles, offrant une forme presque rectangulaire, dont le plus grand côté mesurait un arc de 3 $^1/_2$ minutes et le plus petit un arc de 2 $^1/_2$ minutes.

Le 20 novembre 1862, M. Chacornac n'a plus retrouvé la moindre trace de cette nébuleuse, tandis que la petite étoile sur laquelle elle se projetait n'offrait aucune variation d'éclat; et dès lors la nébuleuse est invisible avec les instruments de l'observatoire impérial de Paris.

On voit par les Notices précédentes quel degré d'activité et d'intérêt inspirent, maintenant, les recherches sur les nébuleuses, et en même temps combien elles présentent de difficultés. Ce ne sera donc, probablement, qu'au bout d'un assez long espace de temps, qu'on pourra espérer d'obtenir la solution de quelques-unes des importantes questions auxquelles elles donnent lieu.

SUR LE

NOMBRE D'ÉQUATIONS INDÉPENDANTES

DANS LA SOLUTION D'UN SYSTÈME DE COURANTS LINÉAIRES

PAR

M. LUCIEN DE LA RIVE.

(Lu à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, le 14 mai 1863.)

M. Kirchhoff a démontré d'une manière générale[1] que le problème de la distribution des courants électriques dans un système de conducteurs de forme quelconque, est complétement résolu par un certain nombre d'équations qui déterminent, à une constante près, la fonction que l'on appelle tension électrique d'après la loi de Ohm. Dans le cas d'un système de conducteurs linéaires, les conditions auxquelles doit satisfaire la tension se transforment en se réduisant aux deux principes connus :

I. $i_1 r_1 + i_1 r_2 + \ldots = e_1 + e_2 + \ldots$ pour toute figure fermée, i_1, r et e étant les intensités du courant, les résistances et les forces électro-motrices des conducteurs qui en font partie ;

II. $i_1 + i_2 + \ldots = o$ pour chaque point de concours.

L'application de ces principes fournit un certain nom-

[1] *Pogg. Ann.* 1848, n° 10.

bre d'équations dont l'ensemble doit donner la solution complète du problème, c'est-à-dire la valeur de l'intensité du courant dans chaque conducteur; il y a donc n inconnues, si n est le nombre des conducteurs. Dans le mémoire[1] où se trouve la solution générale de ces équations, M. Kirchhoff fait voir que l'application du principe II donne lieu à m-1 équations indépendantes, m étant le nombre des points de concours du système. D'autre part, si l'on désigne par p le nombre minimum de conducteurs qu'il faut enlever pour qu'il ne reste aucune figure fermée dans le système, p est aussi le nombre d'équations indépendantes que l'on peut obtenir en appliquant le principe I. Le nombre total des équations est donc $m\text{-}1+p$; n est celui des inconnues, d'où résulte l'équation de condition :

$$p = n - m + 1$$

La démonstration directe de cette relation qui est l'objet de cette note doit être considérée comme une vérification de la théorie des courants constants ; on peut la déduire des considérations sur lesquelles M. Kirchhoff a établi la solution générale des équations du problème et qu'il est nécessaire de reproduire d'abord.

Considérons un système S et soit p le nombre minimum de conducteurs qu'il faut enlever du système pour qu'il n'y reste aucune figure fermée. Désignons ces p conducteurs par $c_1, c_2 \ldots . c_p$.

Quand on enlève p-1 de ces p conducteurs, il reste au moins une figure fermée, car sans cela p ne serait pas minimum et il n'en reste qu'une, car en enlevant le p^{me} conducteur, on ne peut ouvrir qu'une figure. Il y a donc

[1] *Pogg. Ann.* 1847, n° 12.

p figures fermées et seulement p qui ne renferment chacune qu'un seul de ces conducteurs. Désignons par f_k la figure correspondant au conducteur c_k.

Il résulte de ce qui précède que l'on peut former avec avec ces p figures toutes les figures de S. Toutes les figures de S sont des figures dans lesquelles le conducteur c_p entre ou des figures dans lesquelles c_p n'entre pas; désignons par S' l'ensemble de ces dernières. Il faut observer que toute figure dans laquelle entre un certain conducteur, peut être formée par la juxtaposition d'une figure déterminée dont ce conducteur fait partie et d'une certaine figure dont ce même conducteur ne fait pas partie. Par conséquent, toutes les figures de S peuvent se former au moyen de f_p et des figures de S'. En désignant par S″ l'ensemble des figures de S' dont c_{p-1} ne fait pas partie, on montrera de même que toutes les figures de S' peuvent se former au moyen de f_{p-1} et de S″. En continuant ainsi, on arrive à S^{p-1} ensemble des figures dans lesquelles n'entrent aucun des $_{p-1}$ conducteurs $2, 3 \ldots p$, et l'on voit que S^{p-1} ne peut se composer que de la seule figure f_1. On a ainsi démontré que toutes les figures de S peuvent se former au moyen des p figures $f_1, f_2 \ldots f_p$.

Il est facile de voir comment il résulte des propriétés de ces p figures que p est le nombre des équations indépendantes obtenues par le principe I. Chaque figure f donne lieu en effet à une équation dans laquelle entre une inconnue qui n'entre dans aucune autre; il y a donc p équations indépendantes et il n'y en a que p, puisque toute figure de S peut se former par la juxtaposition d'un certain nombre de f.

Démonstration directe de la relation : $p = n - m + 1$
Procédé servant à déterminer un système de p
conducteurs.

On a enlevé d'avance tous les conducteurs de S et on les replace en suivant un ordre quelconque, dans leurs positions respectives, de manière à reformer complètement le système S. Je forme une première figure fermée que je désigne par f_1 et j'y choisis un conducteur c_1 que j'enlève de nouveau et que je mets à part. Je replace maintenant des nouveaux conducteurs et de façon à former une seconde fois une seule figure fermée ; je la désigne par f_2 et j'y choisis parmi les conducteurs que je viens de remettre (il y en a toujours un au moins), un conducteur c_2 que je mets à part avec c_1. Je continue à procéder de la même manière jusqu'à ce que tous les conducteurs se trouvent replacés. Soit p le nombre des figures que j'ai formées successivement et soient $c_1, c_2 \ldots . c_p$ les conducteurs enlevés et mis à part.

1° Ces p conducteurs satisfont à la condition qu'après qu'on les a enlevés, il ne reste plus aucune figure fermée.

2° Il y a p figures qui renferment chacune un de ces conducteurs et qui n'en renferment aucun autre. En effet, il ne peut entrer dans la figure f_k aucun des conducteurs $c_1, c_2 . . c_{k-1}$, déjà mis à part quand on a formé f_k, ni aucun des conducteurs c_{k+1} ; $\ldots . c_p$ qui n'étaient pas encore replacés. Donc f_k ne renferme que c_k.

Il résulte de là que p est minimum. Désignons en effet ce minimum par p' et soient $c'_1, c'_2 \ldots . c'_p$, les conducteurs correspondants. Il y a forcément un certain nombre des c' qui sont différents des c ; soit c'_k un de ces con-

ducteurs et f'_k la figure correspondante. Cette figure renferme nécessairement un c, puisqu'on l'ouvre en enlevant tous les c et on peut remplacer, dans le système p', c'_k par c_k. On remplace successivement tous les c' par des c et on obtient ainsi un système de p' c au plus satisfaisant aux mêmes conditions que les p' c'. Or ce résultat est absurde si p' est plus petit que p, puisqu'il y a alors une figure au moins dont ces p' conducteurs ne font pas partie. Donc p est minimum.

La méthode employée permet donc de déterminer p tel que ce nombre a été défini et les propriétés déjà démontrées le sont par conséquent pour les figures f et les conducteurs c obtenus par ce procédé.

Conditions suffisantes pour que le système S donne lieu à la relation $p = n - m + 1$.

On désigne pour abréger par point du système un point de concours de plusieurs conducteurs.

1° Deux points quelconques sont reliés entre eux.

2° Tout conducteur fait partie d'une figure fermée.

Pour tout système satisfaisant à ces deux conditions, en désignant par n le nombre total des conducteurs, et par m le nombre des points, p est égal à $n - m + 1$.

Soit S le système donné et déterminons p par le procédé qu'on a démontré. On forme la figure f_1 et on enlève c_1. Soient n_1 et m_1 les nombres respectifs des conducteurs et des points de f_1 ; dans toute figure fermée, on a :

$$n_1 = m_1$$

et l'on peut écrire l'équation identique :

$$1 = n_1 - m_1 + 1 \quad (1)$$

Considérons un point A de f_1 par lequel passe un con-

ducteur AB qui n'a pas encore été replacé. Ce conducteur fait partie d'au moins une courbe fermée et par conséquent d'une certaine figure f que l'on peut encore former après avoir enlevé c_1, puisque AB ne fait pas partie de f_1. On peut donc, à partir du point B, revenir au point A par un chemin au moins différent de BA, et, de plus, parmi ces chemins il y en a toujours un dont la partie commune avec f_1 est continue à partir de A. En effet, on peut encore, après avoir ôté c_1, aller d'un point quelconque à un autre de f_1 par des conducteurs appartenant à f_1; or, suivons, à partir de B, un des chemins qui vont au point A et soit C le premier point de f_1 que l'on rencontre; on peut aller de C à A par des conducteurs appartenant à f_1; il y a donc un chemin de B à A dont la partie commune avec f_1 est continue, et ce chemin, joint au conducteur AB, constitue une figure fermée que nous pouvons prendre pour f_2. La partie commune à f_1 et à f_2 ne peut pas être une figure fermée, d'où résulte qu'en désignant par k le nombre des points communs, $k-1$ est le nombre des conducteurs communs. Soient n'' et m'' les nombres de conducteurs et de points de f_2, n_2 et m_2 ces mêmes nombres pour l'ensemble des deux figures f_1 et f_2 ; on a :

$$n'' = m''$$

et l'équation (1) peut se mettre sous la forme

$$1 = (n_1 + n'') - (m_1 + m'') + 1$$

On a d'ailleurs :

$$n_1 + n'' = n_2 + k - 1$$
$$m_1 + m'' = m_2 + k$$

d'où

$$2 = n_2 - m_2 + 1 \quad (2)$$

On considère maintenant un point A' pris n'importe où sur f_1 ou f_2 par lequel passe un conducteur A'B' qui n'a pas encore été replacé, et on forme f_3 au moyen de A'B' et d'un chemin allant de B' à A', dont la partie commune avec les figures déjà formées est continue à partir de A'. Cette continuité est toujours possible, car après avoir enlevé c_2 on peut aller d'un point quelconque à un autre de f_2, et puisque f_2 et f_1 ont au moins un point commun, d'un point quelconque à un autre de f_2 et f_1. Et, en général, quand on aura déjà formé k figures et enlevé k conducteurs, on pourra aller d'un point quelconque à un autre de l'ensemble de ces figures par des conducteurs qui en font partie. Pour f_3 on a :

$$n''' = m'''$$

et l'équation (2) se met sous la forme

$$2 = (n_2 + n''') - (m_2 + m''') + 1$$

En faisant la même remarque que précédemment sur la partie commune, on obtient l'équation :

$$3 = n_3 - m_3 + 1 \quad (3)$$

où n_3 et m_3 sont les nombres des conducteurs et des points de l'ensemble de f_1, f_2 et f_3.

On continue ainsi à replacer les conducteurs du système, et on atteindra successivement tous les points, car si un certain point M ne pouvait pas être atteint, il ne serait pas relié aux points des figures déjà formées.

On arrive donc à une dernière figure f_p qui donne lieu à la relation cherchée :

$$p = n - m + 1 \quad (p).$$

Les conditions énoncées plus haut comme suffisantes sont nécessaires pour que le système donné soit unique, c'est-à-dire qu'on ne puisse pas le décomposer en systèmes indépendants les uns des autres.

On peut décomposer en au moins deux systèmes indépendants l'un de l'autre tout système S qui ne satisfait pas aux deux conditions.

Première condition. Soient A et B deux points qui ne sont pas reliés. Tous les points reliés à A forment un système complètement séparé de celui qui est formé par tous les points reliés à B ; ces deux systèmes sont donc indépendants.

Seconde condition. Soit AB un conducteur qui ne fait partie d'aucune figure fermée. Tous les points reliés à A autrement que par BA ne sont reliés que par ce conducteur au reste du système. Il est donc impossible que AB soit traversé par un courant, car il y aurait accumulation ou déperdition d'électricité dans l'ensemble des figures reliées à A. Puisque ce conducteur ne peut jamais être le siége d'un courant, on l'enlèvera sans rien modifier au système donné qui se trouve ainsi décomposé en systèmes indépendants.

Si le système ne satisfait à aucune des deux conditions, on peut évidemment le décomposer.

NOTE

SUR LA DÉCOUVERTE

D'UNE MACHOIRE HUMAINE FOSSILE

DANS LES GRAVIERS DES ENVIRONS D'ABBEVILLE.

Les lecteurs de la *Bibliothèque universelle* connaissent depuis longtemps les faits qui ont été observés dans les graviers du département de la Somme et qui paraissent assigner à l'homme une antiquité bien plus grande qu'on ne le supposait. Nous les avons tenus au courant des découvertes dues à la persévérance de M. Boucher de Perthes, ainsi que de la plupart des discussions auxquelles ont donné lieu les haches et les autres instruments en silex, façonnés par l'homme et enfouis avec des animaux de races éteintes[1]. Nous leur devons aujourd'hui quelques détails sur la mâchoire fossile dont la découverte récente vient d'occuper si vivement le public lettré et même les journaux politiques de France et d'Angleterre. Nous le faisons d'autant plus volontiers que nous connaissons peu de discussions scientifiques qui

[1] Voyez en particulier *Bibliothèque universelle*, *Archives*, nouvelle période. t. VI, 1859, p. 353.

aient été conduites avec plus de talent et de soins et en même temps avec plus de loyauté.

Cette découverte a eu lieu le 28 mars dernier à Moulin-Quignon, près d'Abbeville. La mâchoire, signalée par un ouvrier, a été retirée de son gisement par M. Boucher de Perthes. Le fait a été signalé à la Société impériale d'émulation d'Abbeville, le 16 avril, et à l'Académie des sciences de Paris le 20 du même mois.

La découverte d'ossements humains dans ces graviers, qui ont fourni un si grand nombre de silex taillés, était attendue depuis longtemps, et pour tous ceux qui admettent ces silex comme l'ouvrage incontestable de l'homme, on peut presque dire qu'elle ne présente qu'une preuve surabondante. Elle est, toutefois, un complément intéressant et presque nécessaire des découvertes précédentes et une réponse victorieuse à cette question que nous avons souvent vue préoccuper de bons esprits : Mais si l'on découvre tant de haches et des débris d'animaux, comment se fait-il qu'on ne trouve jamais d'ossements humains?

Sous un autre point de vue, la découverte de cette mâchoire, en faisant espérer qu'on trouvera peu à peu d'autres fragments du squelette, ouvre un champ nouveau de recherches du plus haut intérêt. Elle fait espérer qu'on pourra ainsi se faire une idée des caractères physiques de ces races antiques et apprécier l'influence d'une longue série de siècles sur les formes humaines.

Ces circonstances justifient pleinement l'intérêt qu'a excité ce débris intéressant et l'ardeur qu'on a mise à établir son authenticité. En même temps, des préoccupations de diverses natures sont venues quelquefois s'ajouter aux arguments purement scientifiques pour donner à la résistance une vivacité non moins grande.

Quoique le fait dont il s'agit soit en apparence des plus simples, il a soulevé une foule de questions délicates, très-difficiles à résoudre, et, comme le fait observer M. Falconer dans le *Times* de 21 mai, on trouverait à peine dans l'histoire de la science un autre exemple d'un cas où un jury eût été aussi embarrassé pour formuler un jugement. Nous serons en conséquence obligé d'entrer dans des détails un peu minutieux pour faire comprendre à la fois les doutes et les motifs qui ont prévalu en faveur de l'affirmative.

Voici d'abord les faits tels qu'ils résultent de la première communication de M. Boucher de Perthes.

L'attention de cet infatigable observateur a été attirée dès la fin de l'année 1861 sur une couche de couleur foncée dans la sablière de Moulin-Quignon près d'Abbeville, située à trente mètres en dessus du niveau de la Somme. Cette couche argilo-ferrugineuse, presque noire, imprégnée d'une matière colorante s'attachant aux doigts, varie de 30 à 60 centimètres d'épaisseur; elle repose presque directement sur la craie, à 4 ou 5 mètres de la superficie et en dessous des couches de sable jaune ou gris. Pendant les années 1862 et 1863, M. Boucher de Perthes n'y trouva que des haches en silex; mais la parfaite conservation de ces instruments lui donna l'espérance que les ossements pourraient également ne pas avoir été trop altérés. Le 23 mars 1863, un ouvrier trouva une première dent humaine et le 26 deux ouvriers furent chargés de continuer la fouille. Le 28, l'un d'eux apporta une seconde dent, « ajoutant qu'à côté était un os ou quelque chose qui y ressemblait dont on ne voyait qu'une petite partie. » M. Boucher de

Perthes se rendit immédiatement à la carrière, accompagné de M. Oswald Dimpré, archéologue, et reconnut dans la couche noire le bout de l'os signalé par l'ouvrier. Le terrain étant fort compacte, il dut user de précaution pour ne rien endommager; il fit dégager les alentours de l'os et il put le tirer de son lit sans le rompre. C'était une moitié de mâchoire humaine enveloppée d'une masse de sable. A 20 cent. de là, dans la même couche noire, on trouva une hachette brisée, une troisième dent et un fragment d'une quatrième. Voici le détail des couches qui la recouvraient :

1° Couche terre végétale.................	0m,30
2° Terrain non remanié, sable gris mêlé de silex brisés........................	0m,70
3° Sable jaune argileux, mêlé de gros silex peu roulés, s'appuyant sur une couche de sable gris........................	1m,50
4° Sable jaune ferrugineux ; silex moins gros et plus roulés, au-dessous desquels est une couche de sable moins jaune où on a trouvé des fragments de dents d'*Elephas primigenius* et des haches en silex	1m,70
5° Sable noir argilo-ferrugineux, contenant des petits cailloux plus roulés, des silex taillés et la *mâchoire fossile humaine*...	0m,50
Total.....	4m,70

6° Banc de craie.

Dès que ces faits furent connus, plusieurs géologues et paléontologistes partirent pour Abbeville et l'observation de M. Boucher de Perthes fut généralement admise comme exacte. On peut même dire qu'elle ne fut alors con-

testée par aucune des personnes présentes. Nous citerons parmi les savants anglais MM. Falconer et Carpenter, et parmi les français MM. de Quatrefages, l'abbé Bourgeois, le Dr Garrigou, etc.

Avant d'aller plus loin, il importe de dire quelques mots des caractères de forme que présente la mâchoire et des conclusions qu'on en peut tirer sur la nature des races dont elle est le représentant. Elle a appartenu à un individu de taille moyenne ou petite, déjà avancé en âge, et ne conserve plus qu'une seule dent qui même est cariée. Le premier examen qui en fut fait à Abbeville par MM. Dubois, Catel et Hecquet, fit ressortir quelques caractères spéciaux ; en particulier la branche montante est assez oblique, le condyle est déjeté en dedans et l'angle postérieur un peu aplati et infléchi. Mais l'absence de grandes collections anthropologiques rendit impossible une comparaison suffisante et porta les observateurs à exagérer la valeur de ces caractères ; ils déclarèrent que la mâchoire était celle d'un homme qui devait appartenir à une autre race que la nôtre.

M. de Quatrefages rapporta d'Abbeville ce précieux débris, et fort à la fois de ses études antérieures et de la magnifique collection du Jardin des Plantes, il put arriver à des résultats plus précis. Il a démontré que l'on trouve, chez les races actuelles, de nombreux exemples des caractères précités, et en particulier de l'obliquité de la branche montante et de la déjection du condyle. L'inclinaison des incisives, autant qu'on en peut juger par ce qui reste des alvéoles, n'est pas différente des races les plus franchement orthognathes, et il est impossible d'y voir la moindre transition aux races nègres, et

à plus forte raison aux singes. On ne peut également attacher aucune importance au léger recourbement que présente l'angle inféro-postérieur de la mâchoire, quoique quelques personnes, en forçant singulièrement la valeur de ce fait, aient été jusqu'à y voir une sorte de passage à la forme caractéristique des Marsupiaux. M. de Quatrefages cite plusieurs exemples pris dans des races actuelles qui prouvent la variabilité et le peu d'importance de ce caractère. En d'autres termes, les différences, sur tous les points, rentrent dans les limites des variations actuelles.

M. Falconer, en arrivant à Londres, en consultant ses notes et ses souvenirs, et en étudiant de nombreuses mâchoires recueillies dans un ancien cimetière, fut conduit aux mêmes conclusions. Seulement, comme nous allons le voir, ce résultat fut l'origine de ses doutes.

Nous arrivons ici à la seconde phase de l'histoire de cette découverte. MM. Falconer, Prestwich, Ewans, etc., après avoir conféré de nouveau ensemble sur les faits précités et les avoir soumis à une analyse détaillée, conçurent des doutes sur l'authenticité de la mâchoire et soupçonnèrent par divers motifs qu'elle aurait bien pu être frauduleusement enfouie par les ouvriers. La haute position et le caractère de ces savants donnaient à ce changement de front une importance dont ne tardèrent pas à se réjouir les opposants. Une lettre écrite par M. Falconer et insérée dans le *Times* du 25 avril, fut avidement reproduite par plusieurs journaux, et peu s'en fallut que la découverte de M. Boucher de Perthes ne fût considérée par quelques-uns comme une erreur ridicule.

Nous devons faire remarquer à ce sujet que, dans une partie du public, on a singulièrement méconnu la véritable nature des doutes émis par M. Falconer et par ses collègues. Ces doutes ne portaient que sur le gisement de Moulin-Quignon et n'atteignaient en aucune manière les découvertes faites dans le reste du département de la Somme. Ils ne touchaient donc point à la question de l'antiquité de l'homme, dont ces savants ont eux-mêmes appuyé et démontré la probabilité, et ils ne peuvent point servir d'armes légitimes à ceux qui nient l'antiquité ou l'authenticité des haches de Saint-Acheul, d'Angleterre, de la plaine de Grenelle, etc.

Nous discuterons plus loin les motifs de ces doutes. Les principaux sont : 1° Le mode de conservation des haches de Moulin-Quignon, qui ne présentent pas toutes les caractères des silex antiques ; 2° La conservation également très-parfaite de la dent trouvée près de la mâchoire, la section de cette dent semblant identique à celle d'une dent récente ; 3° Le fait que les caractères de la mâchoire sont ceux des races actuelles.

M. de Quatrefages ne s'est pas laissé ébranler par ces objections, et l'on peut dire que sa persévérance lui a valu l'honneur d'avoir amené la discussion au point où elle est maintenant arrivée. Remercions-le de l'ardeur qu'il a mise à faire partager ses convictions et à forcer à un nouvel examen.

Dans une deuxième et une troisième notes présentées à l'Académie des Sciences le 27 avril et le 4 mai, ce savant zoologiste a tâché de dissiper les doutes qui s'élevaient de divers côtés. Il a cherché en particulier à établir : 1° Que les haches de Moulin-Quignon sont tout aussi authentiques que celles des autres gisements ; 2° Que la

mâchoire présente tous les caractères capables de prouver qu'elle a bien été trouvée avec les haches. Il a soumis ces objets à l'examen de plusieurs hommes compétents, habitués à en apprécier les détails, tels que MM. Desnoyers, Gaudry, de Vibraye, Lymann, etc. M. Delesse les a étudiés au point de vue de la gangue qui les entoure, et puisque M. de Quatrefages a bien voulu me citer dans cette circonstance et invoquer mon témoignage, je puis ajouter qu'à la suite d'un examen détaillé, je l'ai autorisé à me déclarer convaincu de l'authenticité de ces débris.

Il fallait faire un effort pour arriver à une solution. M. de Quatrefages proposa un congrès scientifique où on appellerait les savants anglais. Cette proposition fut acceptée et MM. Falconer, Carpenter, Prestwich et Busk convinrent de se rendre à Paris. M. Ewans fut malheureusement empêché. M. Prestwich n'y arriva que le second jour. M. Carpenter n'assista pas jusqu'à la fin. Les savants français furent, outre M. de Quatrefages, MM. Milne Edwards père et fils, Lartet, Delesse, Desnoyers, Gaudry, abbé Bourgeois, etc. M. Milne Edwards fut désigné pour président. Les séances se tinrent d'abord à Paris; puis l'on reconnut la nécessité de visiter de nouveau le gisement, et c'est à Abbeville qu'ont eu lieu les dernières délibérations. Tous ceux qui y ont assisté se plaisent à reconnaître la parfaite loyauté et l'indépendance de tous les membres. On doit en particulier rendre un hommage mérité à ceux qui ont su modifier leurs premières opinions et avouer qu'ils ont pu se tromper. C'est un mérite plus rare qu'il ne devrait l'être. Le résultat des délibérations a été le suivant : L'authenticité de la découverte et l'absence de fraude ont été admises *à l'unanimité*. La mâchoire existait bien dans la couche noire où elle a été trouvée.

Les savants ne sont toutefois pas tombés d'accord sur le degré d'antiquité que l'on peut attribuer à cette mâchoire. MM. Falconer et Busk ont introduit au procès-verbal une réserve sur laquelle nous reviendrons plus loin.

Nous devons maintenant reprendre rapidement[1] les arguments mis en avant, soit avant le congrès, soit pendant ses séances, afin de bien faire comprendre à nos lecteurs quels sont les points acquis et quels sont ceux qui restent contestés.

Un des points les plus essentiels à établir et qui sert, en quelque sorte, de base à tout le reste, est l'authenticité des haches découvertes à Moulin-Quignon. Or, presque toutes celles qui ont été trouvées sont un peu différentes de celles de St-Acheul et des autres gisements incontestés du département de la Somme. Leurs cassures ont les angles un peu plus vifs et elles ne sont pas aussi évidemment revêtues de la *patine* qui caractérise les autres. C'est cette apparence qui a frappé M. Ewans, un des hommes les plus habitués à apprécier ces objets d'antiquité, et qui lui a fait exposer ses doutes à MM. Prestwich et Falconer, et croire à la possibilité d'une fraude[2].

[1] Nous renvoyons nos lecteurs, pour de plus amples détails, à l'excellent rapport qui a été lu par M. Milne Edwards, à l'Académie des sciences, le 18 mai 1863.

[2] Tout le monde reconnaît que les ouvriers ont quelquefois fabriqué et enterré des haches. Ces instruments récents sont *en général* faciles à distinguer par leur couleur non modifiée et par leurs cassures dont les arêtes sont très-vives ; toutefois il est évident que plusieurs personnes s'y sont laissé prendre. Il en est de même, on peut le dire, de tous les autres objets d'antiquité, et la fraude qui mêle le faux au vrai n'empêche pas pour cela l'existence de ce dernier.

M. de Quatrefages l'explique en admettant que les graviers de Moulin-Quignon sont le résultat d'un transport moins prolongé ou moins violent que les autres, circonstance à laquelle se lie probablement la conservation de la mâchoire. Voici maintenant la série des preuves qui ont fait admettre leur authenticité.

M. de Quatrefages a mis dans l'analyse qu'il a faite des faits la plus grande prudence. Il argue principalement d'un de ces instruments qu'il a trouvé lui-même en place, après avoir fait donner plusieurs coups de pioche sous ses yeux. Cette hache était engagée dans la couche ; on n'en voyait que l'extrémité, il l'a retirée avec peine et après s'être assuré qu'il aurait été impossible de l'y avoir insérée. Elle est entourée d'une limonite brune, manganésifère, qui a par places des reflets métalliques. M Delesse affirme qu'il serait impossible d'imiter ainsi l'action de la nature, et l'on s'est assuré que la gangue qui l'entoure ne lui est liée par aucun enduit artificiel.

Toutefois l'observation de ce document n'a pas suffi à convaincre tout le monde et, comme le dit M. Falconer dans le *Times* du 21 mai, si le congrès avait été appelé à se prononcer à Paris, il y aurait eu encore des voix contre l'authenticité. Les travaux, comme nous l'avons dit, ont continué à Abbeville et seize ouvriers ont été employés à fouiller le sol vierge de Moulin-Quignon. Sous les yeux des membres du congrès [1] on a retiré cinq haches, dont quatre identiques à celle de M. de Quatrefages et une aux haches incontestées de St-Acheul. Alors la lumière s'est faite ; les Anglais ont déclaré que, *sans*

[1] Le mémoire précité de M. Milne Edwards expose en détail toutes les précautions qui ont été prises pour éviter la supercherie ou l'erreur.

aucune réserve, ils acceptaient le fait qu'on trouve bien les haches dans ce gisement.

Ce premier point établi, on a procédé à l'étude des débris organiques. D'un commun accord on a abandonné les dents isolées, soit parce que leur gisement était un peu moins certain [1], soit surtout parce qu'on a reconnu que, suivant la nature du sable, les dents peuvent se conserver intactes pendant un temps indéterminé. La présence de la gélatine dont on avait argué n'a plus paru une preuve suffisante ; on en trouve en abondance dans des dents d'hyène ou d'ours des cavernes d'une antiquité incontestable.

La mâchoire est entourée d'une gangue identique à celle des haches. Les mêmes grains de quartz et les mêmes matières ferrugineuses y adhèrent d'une manière qu'on ne peut attribuer qu'à l'action du temps, et le congrès, avec la même unanimité, a reconnu qu'il n'y avait aucun lieu de soupçonner qu'elle n'ait pas été trouvée dans la même couche et dans le même sol vierge.

Elle a été sciée en travers par M. Busk, et l'on a été frappé de ce que l'action de la scie développait une odeur d'os ; la matière colorante du sable avait *peu* pénétré dans l'intérieur ; le tissu cellulaire ne renfermait point de matière minérale et le canal dentaire était rempli non des composants de la couche noire, mais d'un sable gris semblable à celui de la couche qui est immédiatement supérieure. Ces circonstances, considérées par la plupart des membres comme le simple résultat de l'état compacte

[1] M. Boucher de Perthes exprima la crainte qu'en montrant à M. Falconer les dents conservées dans sa collection, et trouvées dans diverses localités, il ne les eût déplacées et changées de boîtes, et par conséquent d'étiquettes.

de la couche, très-bien disposée pour conserver les os, ont été pour MM. Falconer et Busk un motif de réserves.

Ces réserves ont été formulées, par M. Falconer, dans le mémorandum suivant, destiné à être annexé aux procès-verbaux.

« Mon opinion est que la découverte de la mâchoire humaine est authentique, mais que les caractères qu'elle présente, joints aux conditions dans lesquelles elle a été trouvée, ne suffisent pas pour prouver que la susdite mâchoire soit d'une très-haute antiquité. »

Cette déclaration présente, comme on le voit, un certain vague, et nous espérons que M. Falconer la développera une fois de manière à lui donner une signification plus précise. Il est important qu'elle ne puisse pas fournir une arme dépassant le but que s'est proposé l'illustre paléontologiste.

Il est évident pour nous que M. Falconer n'entend pas par là que la mâchoire puisse être plus récente que les haches de Moulin-Quignon, puisqu'il a fait partie de l'unanimité du congrès qui déclare tous ces objets trouvés *in situ* et authentiques.

Veut-il dire que le dépôt de Moulin-Quignon est plus récent que ceux de St-Acheul et de Menchecourt, et que la mâchoire a été trouvée, par conséquent, avec des haches fossiles un peu moins anciennes que celles de ces gisements? Cela est possible; nous avons même quelques raisons de croire que d'ici à peu de temps cette question sera élucidée par de nouveaux travaux.

Ou bien, enfin, sa réserve porte-t-elle sur tous les silex du département de la Somme et veut-il dire que l'antiquité de l'homme, suffisamment prouvée par ces débris,

ne correspond pas à un chiffre d'années aussi considérable que quelques personnes le croient? Sous ce point de vue encore nous sommes de son avis (si c'est bien réellement le sien), et nous sommes disposé à croire que des calculs un peu prématurés ont donné à ces chiffres [1] une précision et une importance qui n'est peut-être pas suffisamment démontrée. Dans un sujet aussi difficile il faut se garder de substituer aux faits les hypothèses même les plus probables. On a évidemment augmenté ainsi les répulsions nées de préoccupations respectables, mais tout à fait en dehors de la science pure.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, il ne serait pas impossible que les réserves des savants anglais aient été, même à leur insu, en partie suscitées par le fait que la mâchoire présente les caractères des races actuelles. Quelques personnes s'attendaient à trouver, dans l'homme qui a taillé ces instruments antiques, une preuve des modifications graduelles que le temps, suivant elles, doit forcément amener dans les caractères spécifiques. Il est évident que, quelle que soit la solution réservée à cette question, la science est trop peu mûre pour qu'on puisse tirer aucune preuve de faits de cette nature.

En résumé donc, tous les savants dont nous avons parlé reconnaissent unanimement que la mâchoire a bien été trouvée dans la couche noire de la carrière de Moulin-Quignon, et que les haches qui l'accompagnent sont bien authentiques. L'homme qui vivait à cette époque

[1] Nous comprenons parfaitement bien la légitime impatience de ceux qui demandent qu'on leur fixe en chiffres, une date précise pour l'homme de cette période antique. Notre conviction est que, dans l'état actuel de la science, il n'y a aucun moyen de faire des calculs qui puissent donner ce chiffre avec quelque exactitude.

reculée a donc été témoin des faits géologiques qui ont déposé ces graviers.

La plupart des géologues ajouteront à ces conclusions que ces dépôts ne pouvant pas se former dans l'état actuel du relief et des eaux du département de la Somme, sont par conséquent ce que l'on nomme des *dépôts diluviens*, et que la mâchoire trouvée dans ces circonstances est bien celle d'un homme fossile [1].

Mais tout en adoptant en principe cette manière de voir, nous devons faire remarquer qu'ici commencent les divergences. Dans tout ce qui précède nous avons imité la prudente réserve de MM. de Quatrefages et Milne Edwards en n'abordant pas la question géologique et en nous bornant à indiquer les réserves faites par M. Falconer. Nous devons en terminant signaler une objection

[1] Je ne veux point discuter ici la valeur du mot *fossile*. On est convenu d'appeler ainsi tout débris organique enfoui dans les couches du globe, sous l'influence de circonstances différentes de celles qui peuvent aujourd'hui former des dépôts stratifiés. Cette définition n'a peut-être pas toute la précision désirable, mais il ne lui a été jusqu'à présent rien substitué de meilleur. Quant au mot *diluvien*, nous pouvons en dire, à peu près, la même chose. La signification de ce mot est passablement claire au point de vue géologique. Les dépôts diluviens sont de même ceux qui sont formés dans des circonstances différentes de l'état actuel du globe. J'ai seulement quelque doute que les géologues puissent, dans tous les cas, leur assigner une limite supérieure précise. Quant au point de vue paléontologique, je tiens à rappeler ce que j'ai cherché à établir dans une note spéciale. La *faune diluvienne* renferme presque tous les animaux de l'époque moderne et n'en diffère que par la présence de quelques grandes espèces successivement éteintes. Il n'en est que plus probable pour moi que l'homme a pu exister dès l'origine de cette période.

faite à ces découvertes par une des autorités les plus respectables de la géologie. M. Élie de Beaumont a déclaré, à l'Académie des sciences, qu'il ne considérait pas les haches de Moulin-Quignon comme diluviennes, mais bien comme remaniées et enfouies par des causes postérieures. Il faut remarquer que l'illustre secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences n'admet pas davantage que les haches de Menchecourt ou de Saint-Acheul, non plus que celles de Grenelle, ni les découvertes faites dans les cavernes prouvent que l'homme ait été contemporain de l'éléphant et du rhinocéros. Nous n'aborderons pas ici cette question plus générale qui n'a pas été traitée directement au sujet de la mâchoire de Moulin-Quignon et qui mérite de faire le sujet d'un article spécial.

On connaît notre opinion à ce sujet; nous avons, à diverses reprises, cherché à la faire partager aux lecteurs de la *Bibliothèque universelle*. La découverte que nous venons d'analyser n'est pas de nature, ce nous semble, à nous ébranler dans notre manière de voir.

L'avenir nous apprendra où est la vérité.

F.-J. PICTET.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

FEDDERSEN. UEBER DIE ELEKTRISCHE...... SUR LA DÉCHARGE DE LA BOUTEILLE DE LEYDE. (*Poggendorff's Annalen*, t. CXIII, p. 437, et t. CXVI, p. 132.)

Nous avons mentionné plus d'une fois les expériences de M. Feddersen[1] qui prouvent que le plus souvent la décharge d'une batterie de Leyde est oscillatoire, c'est-à dire composée de courants successifs alternativement dirigés en sens contraire. Les *Annales de Poggendorff* ont publié deux nouveaux mémoires dans lesquels M. Feddersen expose ses recherches d'une manière plus développée. Nous signalerons ici quelques points qui nous ont paru de nature à intéresser nos lecteurs.

Les premières observations avaient été faites en regardant l'image de l'étincelle sur un miroir animé d'un mouvement de rotation rapide. Il est facile de comprendre qu'il y avait un grand avantage à ne pas se contenter de ces apparences fugitives qui ne se prêtent pas facilement à des mesures précises et qui peuvent être faussées par des illusions optiques. L'auteur a été conduit à employer la photographie en utilisant la faculté d'agir chimiquement que la lumière de l'étincelle électrique possède à un haut degré. Son mémoire est accompagné de copies lithographiées d'un assez grand nombre de ces épreuves photographiques de l'étincelle prises tantôt en laissant le miroir

[1] Voyez *Archives*, 1858, t. II, p. 374; — 1859, t. VI, p. 373; — 1861, t. XI, p. 255; — 1862, t. XV, p. 369.

immobile, tantôt en lui donnant un mouvement de rotation plus ou moins rapide.

L'examen de ces figures permet, quand on connaît la vitesse du miroir, de déterminer avec exactitude l'intervalle de temps qui s'écoule entre deux étincelles partielles successives, c'est-à-dire la durée de l'oscillation [1]. — On reconnaît que cet élément n'est pas modifié par la nature des pôles entre lesquels jaillit l'étincelle, non plus que par la distance explosive, c'est-à-dire par l'intensité de la charge.

Au contraire, cette durée de l'oscillation varie avec la surface de la batterie, en d'autres termes, avec le nombre de bouteilles de Leyde que l'on emploie. Si l'on désigne par t la durée d'oscillation, par a un coefficient dépendant seulement de la nature du conducteur et des bouteilles, et par s le nombre de bouteilles, on trouve $t = a \quad s$.

Voici, par exemple, les résultats d'une série d'expériences :

Nombre de bouteilles.	*Durée d'oscillation en secondes.*	
	Observée.	Calculée.
16	0,0000446	—
8	0,0000314	0,0000315
4	0,0000224	0,0000223
2	0,0000156	0,0000158

Cette loi paraît susceptible d'une généralisation plus grande en remplaçant l'élément du nombre des bouteilles par la notion de capacité dans le sens où M. Thomson et M Siemens l'ont employée. — Si l'on suppose un appareil dans lequel la distance explosive soit maintenue constante, et pour lequel la distribution de l'électricité ne soit pas essentiellement modifiée dans le conducteur, lorsque la surface ou le nombre des bouteilles varie ; alors on peut appeler capacité la quantité d'électricité qui pro-

[1] Nous avons déjà fait connaître dans nos précédentes analyses l'influence qu'exerce la longueur du circuit sur la nature de la décharge et la durée de l'oscillation.

duit une décharge spontanée. — Si, après avoir déterminé la capacité de la batterie par des expériences particulières, on introduit cette donnée dans la formule à la place du nombre de bouteilles, on reconnaît que l'accord du calcul avec l'expérience est encore satisfaisant ; toutefois, il y a un petit écart qui dépasse les limites des erreurs d'observation : on doit l'attribuer à l'influence de la capacité du long fil conjonctif dont il était fait usage, influence qui tend à augmenter la durée d'oscillation.

Les actions d'induction du fil conjonctif sur lui-même qui dépendent, soit de la longueur, soit de la manière dont on le dispose, ont une influence considérable sur la durée d'oscillation. Quand le fil conjonctif est disposé en ligne droite ou que ses circonvolutions sont suffisamment écartées, la durée d'oscillation augmente en même temps que la longueur absolue du fil, quoique moins rapidement. — L'induction de deux parties parallèles du conducteur augmente la durée d'oscillation si le courant s'y propage dans le même sens, et la diminue si le courant s'y propage en sens contraire. Dans ce dernier cas, quand la distance à laquelle les deux parties parallèles sont placées croît en progression géométrique, la durée d'oscillation paraît croître en progression arithmétique.

CHIMIE.

G. Chancel et E. Diacon. Sur les réactions et la génération des acides de la série thionique (*Compt. rend. Acad. sc.*, t. LVI, p. 710).

Nous nous sommes proposé, dans le travail dont nous présentons la première partie, de faire ressortir par des faits, la plupart nouveaux, les métamorphoses par lesquelles on peut passer de l'un à l'autre des acides de la série thionique et les réactions qui permettent de les reconnaître avec certitude.

Acide pentathionique. — Nous n'avons aucune modification

essentielle à proposer quant au mode de préparation de cet acide indiqué par Wackenroder. Nous ferons cependant remarquer qu'il se forme dans des circonstances qui n'avaient pas encore été signalées. Ainsi la décomposition de hyposulfites par les acides ne donne pas uniquement, comme on le pense, du soufre ou de l'acide sulfureux ; il y a de plus production d'acide pentathionique. On peut même, en choisissant convenablement l'hyposulfite et l'acide, obtenir ainsi de l'acide pentathionique pur : c'est ce qu'on réalise en décomposant l'hyposulfite de baryte par l'acide sulfurique dilué.

Les principales réactions que nous avons à indiquer pour cet acide sont les suivantes :

L'*acide sulfhydrique* le décompose lentement en donnant lieu à un dépôt de soufre.

La *potasse* détermine, dans les dissolutions de cet acide, un précipité presque immédiat de soufre; cette réaction est importante en ce qu'elle permet de le distinguer nettement de l'acide tétrathionique sur lequel elle est sans action.

Le *bioxyde de plomb* exerce à chaud une action aussi nette que remarquable sur l'acide pentathionique, qu'il transforme intégralement en acide tétrathionique :

$$4S^5O^5 + 5PbO^2 = 5\,(PbO,\ S^4\,O^5).$$

Le *monosulfure de potassium* détermine un précipité de soufre avec formation d'hyposulfite.

Sont caractéristiques pour cet acide le précipité jaune avec l'azotate mercureux, le dépôt de soufre par la potasse et la présence du plomb dans la dissolution après qu'elle a été chauffée avec du bioxyde de plomb.

Acide tétrathionique. — Aux procédés connus pour la préparation de cet acide, nous ajouterons les réactions suivantes qui permettent de l'obtenir facilement.

Si l'on fait régir des quantités convenables d'hyposulfite de baryte et de sulfate de cuivre, on obtient rapidement une dissolution exclusivement composée de tétrathionate cuivreux. Ce sel

est peu stable, même à froid : à chaud il se transforme par l'ébullition en sulfure de cuivre et acide sulfurique.

$$Cu^2O, S^4O^5 = 2CuS + 2SO^3,$$

tandis que le tétrathionate cuivrique n'éprouve rien de semblable dans les mêmes circonstances.

On peut aussi obtenir cet acide en ajoutant peu à peu de l'acide sulfurique sur un mélange d'hyposulfite de plomb et de bioxyde de plomb, tenus en suspension dans l'eau :

$$2PbO, S^2O^2 + PbO^2 + 2SO^3 = PbO, S^4O^5 + 2PbO, SO^3;$$

une réaction semblable a lieu avec l'hyposulfite de baryte et le bioxyde de baryum, et en général avec un hyposulfite quelconque et un bioxyde.

On l'obtient encore en attaquant à une température voisine de l'ébullition do bioxyde du plomb par de l'acide pentathionique. Au bout d'un certain temps on n'a dans la dissolution que du tétrathionate de plomb qui, traité par l'acide sulfurique, peut donner de l'acide pur.

Nous indiquerons pour cet acide les réactions suivantes :

Le *monosulfure de potassium* donne, avec les tétrathionates, un dépôt de soufre avec formation d'hyposulfite.

$$KO, S^4O^5 + KS = 2(Na, O, S^3O^2) + S.$$

Par l'ébullition avec le *sulfate cuivrique*, il ne se présente pas de sulfure de cuivre. La *potasse* n'y détermine pas de précipité de soufre. L'acide libre est sans action sur le *bioxyde de plomb*.

Ces réactions, jointes au précipité jaune donné par le nitrate mercureux, sont caractéristiques pour cet acide.

Acide trithionique. — On ne connaissait pas jusqu'ici de procédé rationnel pour la préparation de cet acide ; nous pouvons donner le suivant qui repose sur la réalisation des réactions indiquées par l'équation

$$KS + 2(KO, 2SO^2) + 4SO^2 = 3(KO, S^3O^5).$$

Il consiste à transformer 2 parties de potasse en bisulfite de

potasse par un courant d'acide sulfureux, à préparer par la méthode connue du monosulfure de potassium avec une autre partie de cet alcali, et à verser rapidement le bisulfite dans le monosulfure, en agitant continuellement le mélange. La liqueur s'échauffe et ne laisse pas déposer de soufre. On termine l'opération en faisant passer de l'acide sulfureux à refus.

Pour obtenir le sel cristallisé, il faut faire évaporer rapidement le liquide en le plaçant en couche mince dans des vases plats, reprendre par de l'eau à 60 degrés environ, additionner d'un peu d'alcool, filtrer et abandonner au refroidissement. Le sel cristallise en petits prismes.

Les trithionates donnent, par l'ébullition avec le *sulfate cuivrique*, du sulfate de cuivre et de l'acide sulfurique.

Le monosulfure de potassium le transforme en hyposulfite, sans dépôt de soufre,

$$KO, S^3O^5 + KS = 2\,(KO, S^3O^2).$$

Sont caractéristiques pour cet acide le précipité noir que détermine dans ses dissolutions le nitrate mercureux, et la manière dont il se comporte avec le sulfate cuivrique et le monosulfure de potassium.

Les réactions nouvelles indiquées dans ce travail, réunies à celles que l'on connaissait déjà, permettent de déterminer avec facilité et certitude les acides de la série thionique. Nous espérons que la suite de ces recherches nous conduira à des méthodes qui rendront possible la séparation des nombreux acides du soufre, du moins dans les cas les plus importants.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Prof Hyrtl. Anatomical Notes. Notes anatomiques. (*The Natural History Review*, 1861, p. 315, et 1862, p. 95.)

M. Hyrtl, professeur d'anatomie à Vienne, publie, soit dans la *Natural History Review*, soit dans les *Sitzungsberichte der*

k. Akad. zu Wien, une série de notes anatomiques parmi lesquelles nous choisissons les plus intéressantes pour en donner un bref compte rendu aux lecteurs des *Archives.*

Sur les rétines anangiennes. M. Hyrtl a consacré depuis quelque temps une attention toute spéciale aux organes anangiens, c'est-à-dire dépourvus de vaisseaux. Il a montré, par exemple, que chez tous les Amphibies l'artère coronaire qui naît d'une des premières branches vasculaires résultant de la division du bulbe artériel, ne se distribue qu'à ce seul bulbe artériel, tandis que ni l'oreillette, ni le ventricule ne reçoivent le plus petit rameau sanguin. M. Hyrtl a également montré que le cœur des Sauriens, des Ophidiens et des Chéloniens est partiellement dépourvu de vaisseaux, la couche musculaire externe de cet organe étant seule pourvue d'un réseau capillaire ; la même chose a lieu pour les poissons osseux, tandis que les plagiostomes dont l'organisation est à tous égards bien supérieure possèdent une artère coronaire du cœur se distribuant, comme chez les vertébrés à sang chaud, à toutes les parties de la paroi du cœur.

Aujourd'hui, M. Hyrtl attire l'attention sur l'absence de vaisseaux dans un autre organe, à savoir dans la rétine de tous les oiseaux, reptiles, amphibies et poissons, si bien que la vascularité de la rétine est un caractère distinctif des mammifères. La nutrition de la rétine chez les quatre classes inférieures des vertébrés doit donc avoir lieu par diosmose à partir de la choroïde. En outre, chez les reptiles, les amphibies et les poissons, l'endosmose peut avoir lieu à partir du corps vitré, car M. Hyrtl s'est convaincu de l'existence d'un riche réseau sanguin dans le corps vitré de ces trois classes de vertébrés.

Sur l'existence de régions anangiennes dans certains poumons. Il y a longtemps que M. Hyrtl, dans un traité anatomique destiné aux seuls étudiants, releva le fait que chez les couleuvres la portion moyenne du poumon ne reçoit aucun rameau de l'artère pulmonaire et n'envoie aucune branche aux veines pulmo-

naires, mais qu'elle reçoit ses artères de l'aorte et qu'elle envoie ses veines à la veine-porte, tandis que la partie postérieure du poumon est complétement dépourvue de vaisseaux.

Cette remarque a jusqu'ici passé inaperçue, aussi M. Hyrtl la publie-t-il de nouveau en l'étendant cette fois à la plupart des ophidiens. Chez ces animaux on voit disparaître toute trace de vascularité à partir du point où la surface interne du poumon perd son apparence réticulée, et cette région anangienne est en général d'autant plus longue que le serpent est plus long.

Chez les serpents venimeux à corps très-épais la surface interne du poumon est recouverte dans toute son étendue par des cellules abondamment pourvues d'artères et de veines. La même chose a lieu chez les scincoïdes dont l'apparence est si voisine de celle des serpents. Chez tous les autres serpents, les deux cinquièmes antérieurs du poumon seulement sont munis de cellules dont les vaisseaux proviennent des artères et des veines pulmonaires; le troisième cinquième reçoit ses artères de l'aorte, il envoie ses rameaux veineux à la veine-porte; les deux derniers cinquièmes enfin sont dépourvus de toute espèce de vaisseaux. Lorsqu'on insuffle un tel poumon, on voit sa partie postérieure doubler ou même tripler de diamètre, tandis que la partie antérieure ne se dilate que de la moitié de son diamètre primitif. Il est donc probable que la partie postérieure, incapable de toute respiration, sert de réservoir à air, afin de suppléer au besoin d'oxygène, lorsque l'inspiration est empêchée par la frayeur, l'hibernation ou d'autres circonstances.

Lorsqu'on surprend un serpent à l'improviste, on le voit dilater son corps et siffler. Le sifflement proviendrait, selon M. Hyrtl, du passage rapide à travers la glotte de l'air que l'animal emmagasine par précaution à l'approche du danger.

Quant aux vaisseaux qui se rendent de l'aorte à la partie moyenne du poumon, on ne peut les assimiler aux vaisseaux de nutrition des poumons des autres vertébrés, car s'il en était ainsi, ils se distribueraient au poumon tout entier, ce qui n'a point lieu.

L'aorte renferme du sang mélangé, qui doit s'oxygéner dans le poumon et passer de là dans la veine-porte. Pourquoi la veine-porte reçoit-elle chez les reptiles du sang oxygéné? C'est là un problème physiologique à résoudre. Le fait lui-même est parfaitement certain, car chez les ophidiens à corps relativement court, chez lesquels les branches pulmonaires de l'aorte font défaut, on voit trois à cinq petites veines pulmonaires se rendre directement à la veine-porte.

Sur l'artère radiale chez les chéiroptères. Chez certains chéiroptères (*Plecotus*, *Vespertilio*, *Rhinolophus*, *Pteropus*, *Noctula*), M. Hyrtl a reconnu l'existence d'un rameau de l'artère radiale qui passe directement dans un tronc veineux sans l'intermédiaire de vaisseaux capillaires. Cette découverte ne devrait-elle pas faire tressaillir d'aise dans sa tombe le père de la physiologie moderne, le grand Harvey qui croyait aux anastomoses directes des artères et des veines? M. Hyrtl pense trouver dans cette communication entre le système artériel et le système veineux la cause des pulsations, découvertes, si nous ne nous trompons, par M. Wharton Jones, dans certaines veines des ailes de chauves-souris. Nous ne croyons toutefois pas cette opinion très-fondée, les pulsations dont nous parlons n'étant point synchroniques avec celles du cœur et ne présentant surtout pas le même rhythme.

Sur les communications de la veine ophthalmique avec la veine-porte. On sait que chez les batraciens un nombre considérable de vaisseaux veineux viennent se jeter dans le système porte-hépatique. M. Hyrtl vient d'augmenter encore ce nombre en montrant qu'une injection de la veine-porte pénètre, chez les grenouilles et les crapauds, dans les veines du pharynx et du palais. Ces veines forment un réseau fort riche, bien qu'elles soient d'un diamètre relativement large, si bien que l'on croit avoir sous les yeux un tissu caverneux. De là l'injection pénètre dans deux larges veines provenant du plancher de l'orbite, les veines ophthalmiques, et va remplir les vaisseaux de la choroïde,

de l'iris et de la hyaloïde. Une pareille extension du système de la veine-porte est certe bien inattendue.

Additions à nos connaissances relatives aux reseaux admirables. Chez les oiseaux, M. Hyrtl ne trouve de réseaux admirables que sur le trajet de l'artère tibio-tarsienne. Encore n'existent ils que chez les espèces à jambes longues. Parmi les oiseaux coureurs, c'est l'*Apterix australis* qui présente le réseau admirable le plus développé. Ce réseau entoure complétement l'artère tibiale et l'artère tarsienne, tellement que l'artère semble se résoudre entièrement dans les branches du réseau. Un examen attentif enseigne cependant que l'artère principale poursuit son trajet à travers la masse compacte du réseau et en ressort à la partie inférieure sans avoir diminué de calibre. Chez les Autruches, les Rheas, les Casoars, les Leptoptilus, les Phœnicoptères, les Hérons et l'Ibis sacré, le réseau n'occupe que la région tibiale. Chez tous ces oiseaux le réseau est bipolaire, tandis que chez l'Aptérix il est unipolaire. Chez ce dernier l'artère tibiotarsienne principale ne se distribue qu'aux doigts, le reste des parties molles du pied recevant ses rameaux artériels des branches du réseau unipolaire.

Les recherches de M. Hyrtl ont augmenté le nombre des mammifères chez lesquels on connaît des vaisseaux admirables. Cet anatomiste en mentionne, par exemple, sur le trajet des artères des membres, soit antérieurs soit postérieurs, de beaucoup de Pachydermes, comme les Pécaris, les Tajacus, les Phacochærus, les Tapirs, les Hyrax, le porc domestique. Parmi les quadrumanes, il trouve des réseaux admirables, il est vrai très-imparfaits, seulement chez les Ateles. Enfin, parmi les Lémurides, il décrit des réseaux admirables diffus, analogues à ceux que Joh. Müller a fait connaître chez les thons, sur le trajet des branches collatérales des troncs artériels principaux des Lemurs, des Galagos et des Lichanotus. On se souvient que d'autres Lémurides, les Tarsius et les Sténops, ont de véritables réseaux

admirables sur le trajet de l'artère brachiale et de l'artère crurale.

Sur les synostoses intervertébrales et les sutures chez les poissons. En examinant sa superbe collection de squelettes de poisson, M. Hyrtl a été frappé de l'extrême fréquence d'une anomalie que chez l'homme on ne rapporterait qu'à une affection grave, savoir la synostose de plusieurs vertèbres. Le nombre des vertèbres dont la coalescence en une masse unique (sans articulations intervertébrales, sans cartilages ni cavités articulaires) a été ainsi observée, varie de deux à six. Le phénomène est plus fréquent à la queue qu'au tronc. Une pareille anomalie ne nuit nullement à la mobilité du poisson, parce qu'en général la longueur totale des vertèbres réunies en une seule masse osseuse ne dépasse pas la longueur d'une vertèbre normale Il y a donc eu là arrêt de développement dans la longueur, bien que le développement en diamètre n'ait pas été troublé. Cette coalescence ne s'observe pas chez les poissons à corps court. On ne l'observe ni chez les Sparoïdes, ni chez les Mœnoïdes, ni chez les Squammipennes, ni chez les Labyrinthoïdes. En revanche elle se présente chez presque toutes les autres familles et cela d'autant plus fréquemment que le poisson est plus long.

Un autre exemple d'union intime des vertèbres, sans possibilité de mouvement, est fourni par les Ostracions, dont le corps protégé, à l'exception de la queue, par une carapace compacte et émaillée, n'a pas besoin de mobilité. Chez ces poissons la colonne vertébrale est complétement dépourvue de muscles. Les corps des vertèbres ne sont, il est vrai, pas ankylosés, mais les arceaux supérieurs sont si bien unis les uns aux autres par des sutures que tout mouvement est impossible.

Sur quelques particularités des branchies de la Lutodeira Chanos Forsk. Chez ce poisson fort rare, M Hyrtl a pu étudier plus complétement que Joh. Müller l'organe décrit par ce dernier comme une branchie accessoire et auquel M. Hyrtl donne le nom de *cochlée branchiale.* C'est un tube moitié membraneux, moitié car-

tilagineux, enroulé en hélice et placé au-dessus du quatrième arc branchial. L'organe de droite et l'organe de gauche communiquent par une ouverture commune avec la partie supérieure de la cavité pharyngienne. Sur le bord interne du tube enroulé se trouve une double rangée de franges que Müller considérait comme des feuillets branchiaux. Toutefois leur nature est toute différente. Il s'agit, en effet, d'une simple continuation des franges cornées qui, chez beaucoup de Clupéacés et de Scombéroïdes sont attachées au bord concave des arcs branchiaux et fonctionnent comme des peignes ou des cribles chargés de retenir les particules étrangères capables de léser les branchies. M. Hyrtl, s'appuyant sur le fait que la cochlée branchiale reçoit un rameau nerveux du pneumogastrique, paraît disposé à y voir un organe des sens. Il rappelle qu'il existe des cochlées analogues chez plusieurs Clupéacés et peut-être quelques Characins.

Les branchies des Lutodeiras présentent du reste d'autres particularités remarquables. C'est ainsi que l'intervalle placé entre deux arcs branchiaux consécutifs est divisé en deux compartiments, l'un inférieur, l'autre supérieur, par un ligament court, épais et non élastique qui unit l'articulation de l'os basibranchial et de l'os cératobranchial de l'un des arcs, avec l'articulation semblable de l'arc voisin. Grâce à cette disposition, les arcs branchiaux restent constamment à la même distance les uns des autres et ne peuvent point s'écarter réciproquement comme chez les autres poissons — Les franges cartilagineuses qui bordent le côté concave des arcs branchiaux sont disposées en deux rangées sur chaque arc. Ces rangées sont divergentes de telle manière que les extrémités des franges de la rangée externe de l'un des arcs touchent celles des franges de la rangée externe de l'arc contigu. Au point de contact chaque frange se soude avec la frange correspondante de l'arc voisin. Il en résulte qu'une véritable succession d'arceaux gothiques sont jetés comme des ponts sur chaque fente branchiale, le sommet de l'ogive étant tourné vers la cavité buccale. L'eau est donc filtrée à travers ce treillis et les par-

ties solides sont retenues dans la bouche. La délicatesse vraiment extraordinaire des lames branchiales des Lutodeira est bien en harmonie avec cette complication de l'appareil destiné à les protéger.

Sur un arrangement particulier de la chambre branchiale des Polyacanthes. Chez les Polyacanthes (poissons labyrinthoïdes) chacune des cinq premières vertèbres porte quatre côtes au lieu de deux, particularité vraiment unique dans l'ostéologie des poissons. Les côtes surnuméraires sont attachées aux côtés de la neurépine bien au-dessus de l'arc neural. Elles sont un peu plus courtes que les vraies côtes articulées aux corps des vertèbres, mais elles sont courbées de manière à ce que leur extrémité atteigne la vraie côte et s'articule avec elle non loin de son capitule. La première côte surnuméraire est la plus longue, les suivantes deviennent de plus en plus courtes. Elles sont réunies les unes aux autres par une membrane fibreuse. L'espace compris entre ces côtes forme une chambre conique dont la partie antérieure (la base du cône) s'ouvre dans la cavité branchiale. C'est dans cette cavité qu'est logée la plus grande partie du labyrinthe branchial. Aucun autre poisson labyrinthoïde ne présente de semblable anomalie.

Artère auditive interne. A l'aide d'injections délicates, M. Hyrtl a reconnu que chez l'homme le labyrinthe reçoit ses vaisseaux de l'artère auditive, tandis que le rocher les reçoit de l'artère méningée. Cette indépendance du labyrinthe au point de vue du système sanguin, est fort intéressante. Elle rend compte d'une observation jusqu'ici inexplicable, due à des chirurgiens français. Ces praticiens ont constaté qu'une carie du temporal peut détruire la presque totalité du rocher, sans détruire le sens de l'ouïe, et que cette carie ménage le limaçon et le vestibule qui se trouvent alors comme sculptés par la main du plus habile anatomiste. M. Hyrtl possède plusieurs préparations pathologiques à l'appui de ces observations, et il nous en donne, comme l'on voit, une explication fort satisfaisante.

Sur les nerfs sans fin. On semble croire aujourd'hui, qu'en fait d'anatomie descriptive de l'homme il ne reste plus rien à découvrir. M. Hyrtl nous fait connaître cependant aujourd'hui toute une nouvelle catégorie de nerfs qui pourraient bien jouer un jour un rôle important en physiologie. Lorsqu'un nerf A envoie un rameau anastomotique à un autre nerf B, il peut arriver que ce rameau, au lieu de cheminer dans la direction des fibres de ce nerf B, auquel il s'accole, chemine en sens opposé et retourne au centre nerveux, d'où il est parti. Ce sont ces rameaux que M. Hyrtl appelle des nerfs sans fin ou nerfs atéliens (ἀτελης). De tels nerfs se trouvent dans l'anse de l'hypoglosse, dans les anastomoses de nerfs spinaux des membres, soit supérieurs, soit inférieurs. Lorsqu'il existe un nerf obturateur accessoire, ce nerf s'anastomose avec l'obturateur principal et retourne avec lui à la moëlle. M. Hyrtl en cite plusieurs autres exemples. Cette découverte n'est du reste point entièrement nouvelle, témoin la sensibilité récurrente, témoins surtout les fibres qui dans le chiasma des nerfs optiques, d'après Hannover, Mayo et d'autres, forment une anse, c'est-à-dire un nerf sans fin.

Telle est la substance de quelques-unes des communications les plus intéressantes de M. Hyrtl. On en trouvera dans l'original bien d'autres également pleines d'intérêt.

Prof. J.-D. Dana. On the Higher, etc. Sur les principales subdivisions dans la classification des mammifères. (*American Journal of Science and Arts*, vol. XXXV, 1863.)

La position zoologique de l'homme a donné lieu, depuis quelques années, à des débats souvent renouvelés. Les savants, obligés de laisser de côté les caractères psychiques, recherchent avidement quelque particularité anatomique, permettant de placer l'homme dans un autre ordre que celui des singes. L'opposition faite par Cuvier, entre les *Bimanes* et les *Quadrumanes*, fut peu

heureuse et n'est plus guères en faveur. M. Owen a essayé de substituer au critère du pouce opposable des caractères tirés du système nerveux. Toutefois la sous-classe des Archencéphales, basée par lui sur des distinctions cérébrales que presque aucun anatomiste n'a pu retrouver, n'est acceptée par personne, et l'on commence à comprendre que le cerveau ne fournira jamais de critères anatomiques suffisants pour caractériser anatomiquement l'ordre humain.

M. Dana, auquel de profondes études sur la classification du règne animal, et en particulier sur celle des crustacés, ont donné un coup d'œil zoologique sûr, s'attaque aujourd'hui à son tour à la question épineuse de la position zoologique de l'homme. L'originalité de ses vues est dans tous les cas incontestable. Il applique aux mammifères certains principes de classification qui se sont révélés à lui dans l'étude des crustacés. M. Dana a reconnu, en particulier, chez ces arthropodes un caractère de supériorité dans la concentration de la partie antérieure du corps et l'abréviation de sa partie postérieure ; en outre, il s'est convaincu que le transfert des membres thoraciques antérieurs dans la série des appendices céphaliques est également un caractère de supériorité. C'est ainsi que, chez les Décapodes, sur quatorze paires d'appendices céphalothoraciques, il y en a neuf appartenant à la tête (appendices buccaux et organes des sens), tandis que chez les Tétradécapodes ce nombre est réduit à sept, et chez les Entomostracés à six, cinq ou même quatre. Chez les mammifères, l'homme offre un exemple de céphalisation entièrement isolé, le membre antérieur cessant d'appartenir à la série des organes locomoteurs pour passer, au point de vue fonctionnel, dans la série des organes céphaliques. Aussi devrait-on appeler l'ordre humain, l'ordre des *Dipodes*, terme qu'Aristote employait déjà.

Les trois autres divisions, établies par M. Owen, chez les mammifères, savoir les lyencéphales, les lissencéphales et les gyrencéphales, sont considérées par M. Dana comme des groupes parfaitement naturels, mais il pense devoir les caractériser autrement.

Les lyencéphales, qui ne sont pas autre chose que les didelphes, ou *ooticoïdes* comme s'exprime M. Dana, sont suffisamment caractérisés par le fait qu'ils sont semi-ovipares. Quant aux gyrencéphales, comprenant les quadrumanes, les carnassiers, les herbivores (Pachydernes et Ruminants) et les cétacés, M. Dana remarque que ce sont généralement des animaux de grande taille, tandis que les lissencéphales, c'est-à-dire les chéiroptères, les insectivores, les rongeurs et les édentés, sont relativement petits et faibles. Il préfère, par suite, donner aux premiers le nom de *mégasthéniens* et aux seconds celui de *microsthéniens*. Ce caractère de la taille, pris d'une manière générale, a en effet plus d'importance qu'il ne le semble au premier abord. Il est incontestable que les animaux supérieurs sont dans leur ensemble supérieurs, pour ce qui concerne la taille, aux animaux inférieurs, et parmi les mammifères les mégasthéniens sont certainement supérieurs à tous égards aux microsthéniens.

Le mémoire de M. Dana nous paraît établir que les groupes des microsthéniens et des mégasthéniens, tels que M. Owen les avait établis sous les noms de lissencéphales et de gyrencéphales sont parfaitement naturels. Mais il nous semble fort indifférent qu'on adopte la terminologie de M. Owen ou celle de M. Dana. En effet, les caractères utilisés par ce dernier manquent, à nos yeux, tout autant de généralité que les caractères tirés de l'encéphale. Il suffit de placer un tarsier, une belette ou un musc javanais à côté d'un cabiai, d'un glyptodon ou d'un mégathérium, pour se convaincre que certains mégasthéniens sont de vrais pygmées en face de certains microsthéniens.

John Cleland. On ribs, etc., Sur les côtes et les apophyses transverses au point de vue de leur relation avec la théorie du squelette vertébré. (*The natural History Review.* Janvier, 1863, p. 116)

Retzius a montré que chez l'homme les apophyses mammillaires, les apophyses accessoires et les apophyses transverses de

la région lombaire, sont représentées simultanément par les apophyses transverses de la région dorsale. On peut se convaincre de cette homologie par l'examen de la douzième vertèbre dorsale dont l'apophyse transverse est trituberculée, chacun des tubercules correspondant à l'une des trois apophyses de la première vertèbre lombaire. L'étude des points d'attache des muscles du dos confirme en outre entièrement cette homologie. On reconnaît ainsi que les apophyses transverses de la région lombaire sont les homologues seulement de la partie des apophyses transverses de la région dorsale supportant immédiatement la côte et aussi jusqu'à un certain point de la côte elle-même.

Chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles, les apophyses transverses du tronc naissent de la vertèbre en commun avec l'arceau neural et sont en homologie sériale avec les arceaux inférieurs qu'on trouve fréquemment dans la région caudale. Entre l'apophyse transverse et l'apophyse épineuse peuvent surgir d'autres apophyses, comme l'apophyse mammillaire et l'apophyse accessoire, mais parfois ces apophyses peuvent, comme nous venons de le voir, se fondre dans l'apophyse transverse.

Des côtes, tendant à entourer la cavité viscérale, sont articulées dans les classes que nous venons de nommer au sommet des apophyses transverses; elles présentent en outre le plus souvent une seconde articulation avec le corps de la vertèbre.

D'un autre côté, chez les poissons, les apophyses transverses qui portent les côtes, entourant la cavité viscérale, sont entièrement indépendantes des arcs neuraux et sont en homologie sériale avec les arceaux inférieurs des vertèbres caudales. En outre, on sait que certains poissons possèdent des apophyses vertébrales placées à peu près comme les apophyses transverses des mammifères et logées dans la cloison intermusculaire latérale. Sur ces apophyses viennent s'insérer des os costiformes, les arêtes musculaires, perdus dans les chairs.

Pour expliquer ces différences entre les poissons et les autres

vertébrés les anatomistes ont eu recours à divers moyens. Joh. Müller admettait que l'articulation du capitule de la côte avec le corps des vertèbres chez les mammifères correspond seule à l'articulation costovertébrale du poisson. M. Auguste Müller croit que les côtes qui embrassent la cavité viscérale chez les poissons sont particulières à cette classe de vertébrés, et il cherche dans les arêtes musculaires de ces animaux les homologues des côtes des autres vertébrés. Il existe donc, à ses yeux, deux espèces d'apophyses transverses et deux espèces de côtes. M. Owen distingue aussi, sous les noms de diapophyses et de pleurapophyses, deux espèces d'apophyses transverses, mais il n'admet qu'une seule espèce de côtes ou pleurapophyses, pouvant s'articuler tantôt sur les parapophyses (poissons), tantôt sur les diapophyses (autres vertébrés).

De ces trois interprétations, celle de M. Owen est aujourd'hui la plus généralement admise, surtout en ce qui concerne la distinction établie par ce savant entre les diapophyses et les parapophyses. On admet, par suite, à peu près comme le faisait déjà Joh. Müller, que les apophyses transverses des poissons (parapophyses) correspondent à l'apophyse qui porte le capitule de la côte chez les autres vertébrés. On admet en outre que les apophyses, qui portent les arêtes musculaires chez les poissons, sont les homologues des apophyses transverses (diapophyses) des autres vertébrés. Or, ce sont précisément ces thèses-là que le mémoire de M. Cleland se propose d'ébranler. Les premiers doutes se sont présentés à lui à la suite de l'examen de certaines particularités ostéologiques chez les poissons. C'est ainsi que les apophyses transverses de la queue du congre et de quelques autres poissons correspondent exactement aux apophyses transverses de la queue des mammifères et des reptiles ; mais, en outre, elles sont tout aussi bien que les arcs inférieurs (hémapophyses) en homologie sériale avec les apophyses transverses ordinaires (parapophyses d'Owen) du tronc des poissons. De même, ces dernières sont chez le congre en série homologue

avec deux rangées d'apophyses transverses, l'une supérieure, l'autre inférieure, qu'on observe chez ce poisson dans la région de la colonne vertébrale qui suit immédiatement l'occiput. On peut être tenté, en présence de tels faits, de retrouver dans une simple apophyse de telle vertèbre l'homologue de deux apophyses de telle autre vertèbre.

M. Cleland, dans l'étude des homologies des apophyses vertébrales, est parti du principe que ces homologies devaient se révéler clairement à l'observateur pendant le développement embryonnaire, et il insiste avec raison sur la distinction qu'il faut établir entre les parties qui ont une tendance à entourer la cavité viscérale et celles qui n'ont pas cette tendance. L'embryon apparaît d'abord dans l'épaisseur du blastoderme, et les différentes couches qui le forment se continuent dans ce blastoderme. Ces couches se plissent bientôt de manière à ce que les produits de la couche interne soient enveloppés entièrement par ceux de la couche médiane et ceux-ci par ceux de la couche externe. L'axe cérébrospinal, appartenant entièrement à la couche externe, doit être considéré comme une formation superficielle, et M. Cleland se refuse à établir un parallélisme entre les arcs neuraux qui viennent entourer le cylindre nerveux et les arcs viscéraux qui viennent entourer le cylindre intestinal. Ce refus se base surtout sur la circonstance que la couche épithéliale de l'intestin emploie le feuillet interne de l'embryon dans son entier, tandis que l'axe cérébrospinal n'emploie qu'une petite fraction du feuillet externe, le reste étant employé pour former l'épiderme. Nous avouons qu'il nous est impossible de voir là une différence fondamentale et que, malgré les objections de M. Cleland, rien ne nous semble plus évident que le parallélisme des arcs neuraux et des arcs viscéraux. Quoi qu'il en soit, le développement embryonnaire enseigne que les côtes entourant la cavité viscérale sont homologues entre elles, et que les apophyses qui portent ces côtes le sont aussi. Les unes et les autres sont des parties intégrantes du cercle primaire de l'embryon : le

lieu et le mode d'articulation ou de soudure de ces parties à la colonne vertébrale dépendent des détails du développement ultérieur. Les côtes des poissons sont donc les homologues de celles des mammifères, et les apophyses transverses des premiers (parapophyses d'Owen) sont les homologues des apophyses transverses (diapophyses d'Owen) des seconds.

Cette manière de voir paraît accorder au premier abord plus d'importance à l'articulation de la facette de la côte avec l'apophyse transverse chez l'homme qu'à celle du capitule avec le corps de la vertèbre. Il n'est, du reste, point improbable que cette articulation doive en effet être considérée comme la plus importante des deux. On connaît en effet, soit chez les mammifères, soit chez les oiseaux, soit chez les reptiles, de nombreux exemples de côtes s'articulant seulement avec l'apophyse transverse, tandis qu'on ne connaît pas de côtes s'articulant seulement avec le corps de la vertèbre, et lorsqu'il apparaît chez l'homme une treizième paire de côtes, elle s'articule seulement avec l'apophyse transverse et point avec le corps de la première vertèbre lombaire. D'après Rathke, il n'existe d'ailleurs dans le principe chez tous les vertébrés que l'articulation de la côte avec l'apophyse, et ce n'est que plus tard qu'on voit se développer chez quelques-uns un processus de la côte destiné à former le capitule pour l'articulation centrocostale. Il est vrai que M. Huxley est arrivé, pour ce qui concerne la souris, à un résultat diamétralement opposé. Toutefois, cette dissidence n'a qu'une importance secondaire, lorsqu'on partage les vues fort séduisantes de M. Cleland. En effet, ce savant admet que l'articulation costo-transverse et l'articulation costro-centrale ne sont que des subdivisions d'une articulation qui, dans certains cas, reste toujours simple. Il s'est convaincu, chez l'embryon de l'homme et d'autres animaux, que l'articulation costo-vertébrale primaire renferme virtuellement les deux articulations qui se forment plus tard. L'apophyse transverse naît au point de la vertèbre qui est au contact de la côte, et le capitule naît de la côte simultanément et

collatéralement. Parfois, le développement de ces deux apophyses reste pour ainsi dire nul. C'est ce qui a lieu chez les ophidiens, par exemple, dont les vertèbres présentent une surface articulaire concavo-convexe pour l'insertion de la côte, la partie concave étant destinée à recevoir le capitule de la côte et la partie convexe correspondant à l'articulation costo-transverse.

Cette division secondaire d'une articulation n'est, au fond, pas plus singulière que la coalescence en une seule apophyse transverse chez l'homme dans la région dorsale, des trois apophyses qui sont distinctes dans la région lombaire, coalescence que nous avons rappelée dans la première partie de cet extrait.

Il est clair qu'au point de vue de M. Cleland, les arètes musculaires des poissons, ne faisant pas partie du cercle périviscéral primaire chez l'embryon, ne sauraient être de véritables côtes.

William CARPENTER. RESEARCHES, etc. RECHERCHES SUR LES FORAMINIFÈRES (*Philosophical Transactions of the royal Society for* 1856, 1859 *and* 1860). — PARKER and RUPERT JONES. ON THE NOMENCLATURE, etc. SUR LA NOMENCLATURE DES FORAMINIFÈRES (*Annals of Nat. history* 1859-1860. Vol. III. p. 474; vol. IV, p. 333; vol. V, p. 98, 174, 285 et 466; vol. VI, p. 29 et 337; vol. VIII, p. 161 et 229). — Will. CARPENTER, avec l'aide de MM. PARKER et RUPERT JONES. INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES FORAMINIFÈRES (*Introduction to the Study of the Foraminifera, published by the Ray Society*. 1 vol. in-4°. London, 1862). — William CARPENTER. FORAMINIFÈRES POLYCYSTINES ET ÉPONGES (*The microscope and its revelations*, Third edition, London, 1862, p. 497-541).

D'Orbigny a fondé sa classification des Foraminifères sur le plan de croissance des coquilles. Cette classification a été adoptée à peu près sans discussion par tous les zoologistes. Les investigations scrupuleuses soit de M. Carpenter, soit de MM. Parker et

Rupert Jones, viennent cependant de montrer jusqu'à l'évidence que le mode ou plan d'accroissement est, chez les Foraminifères, un caractère d'importance secondaire et que toute classification qui repose sur une telle base est par cela même peu naturelle. Les Nodosarina, par exemple, et les genres voisins sont censés caractérisés par un accroissement rectiligne, et pourtant on trouve dans le genre *Nodosarina* tous les passages entre le type rectiligne et le type spiral, et dans le genre *Peneroplis*, il n'est point rare de voir une coquille hélicoïdale, dans son jeune âge, changer plus tard son mode de croissance pour devenir rectiligne. Les stichostéges ne sont donc point naturellement distincts des hélicostéges. Il n'est pas non plus possible d'accorder quelque importance au fait que les chambres sont disposées en une, deux ou trois rangées. On observe, en effet, fréquemment ces trois modes de distribution des chambres en différentes parties d'une même coquille.

M. Carpenter a attiré l'attention sur une autre série de caractères, dont l'importance paraît d'autant plus grande qu'ils sont en relation directe avec les conditions physiologiques de l'animal. Ces caractères sont relatifs à la structure intime de la coquille. Il existe, en effet, parmi les Foraminifères deux types de structure bien distincts. Les uns ont une coquille dont l'apparence rappelle la porcelaine blanche, tandis que les autres ont une coquille hyaline ou vitreuse. De minces lames, séparées artificiellement de la coquille des premiers et observées à l'aide de la lumière transmise, perdent leur opacité et présentent une couleur tirant sur le brun de l'ambre ou quelquefois sur le cramoisi. La substance de ces coquilles est parfaitement homogène et il n'est pas possible d'y découvrir la moindre trace de structure. Les coquilles appartenant au type vitreux ou hyalin sont formées par une substance presque aussi transparente que du verre. Elles sont le plus souvent incolores, mais quelquefois elles sont richement teintées de cramoisi. Toutes les coquilles appartenant à ce type sont percées d'une multitude de perforations tubulaires, qui traversent généralement la coquille de part en part sans se diviser. Tantôt ces ou-

vertures sont assez larges pour être facilement distinguées à un faible grossissement, tantôt elles sont assez fines pour ne pouvoir être reconnues qu'à l'aide d'un fort grossissement sur de minces sections polies. Lorsque ces tubes sont très-nombreux et très-rapprochés les uns des autres, leur présence donne à la coquille ce degré d'opacité qui est propre à toutes les structures tubulaires dès que les tubes sont remplis d'air ou de toute autre substance dont le pouvoir réfringent est très-différent de celui de la substance intertubulaire. Il arrive souvent que certaines régions de la coquille sont dépourvues de tubes. On reconnaît immédiatement ces places, même à un faible grossissement, grâce à leur grande transparence et (lorsqu'on les examine à la lumière réfléchie) à leur éclat vitreux. Ces places affectent généralement la forme de bandes étroites, marquant la position des cloisons.

L'existence ou l'absence de perforations dans les coquilles de Foraminifères est liée à une différence physiologique de grande importance entre les animaux qui habitent ces deux types de coquilles. Chez les Foraminifères à perforations, chaque segment du corps donne naissance à des pseudopodes, qui, passant par les ouvertures tubulaires, vont s'étaler dans le milieu ambiant et contribuent par leur action à la nutrition du segment d'où ils procèdent. Chez les Foraminifères sans perforation, les pseudopodes sont au contraire forcément limités au segment terminal, sortant par l'ouverture de la dernière chambre. Tous les matériaux servant à la nutrition doivent donc dans ce cas être absorbés d'abord par ce segment qui se charge de les transmettre aux suivants.

Il y a souvent une grande ressemblance de forme entre les types les plus élevés de la série à aspect de porcelaine et les types les plus élevés de la série vitreuse. Toutefois, il existe toujours entre eux, outre la différence que nous venons de mentionner, certaines dissemblances de structure qui méritent d'être relevées. Si nous comparons, par exemple, une Orbitolite et un Cycloclypeus, nous trouvons dans l'un et l'autre le même plan de croissance,

les chambres étant disposées en anneaux concentriques autour de la chambre primordiale. Un observateur superficiel aurait même de la peine à les distinguer l'un de l'autre. Toutefois un examen plus attentif enseigne que la texture de la coquille est homogène et porcelaineuse chez l'Orbitolite, tandis qu'elle est tubulaire et vitreuse chez le Cycloclypeus ; elle enseigne de plus que les cloisons qui séparent les chambres sont *simples* dans la première et *doubles* chez la seconde. Chaque segment du corps a en effet chez le Cycloclypeus son enveloppe dure spéciale, et même il existe chez lui entre les deux lames de la double cloison un dépôt additionnel de substance calcaire constituant une espèce de squelette intermédiaire ou supplémentaire. Ce squelette est sillonné de canaux qui s'anastomosent les uns avec les autres, passant toujours en dehors des chambres dans les espaces subsistant entre les deux lames des cloisons. Ces canaux servent à conduire dans le squelette intermédiaire des expansions du corps protoplasmatique dont les segments occupent les chambres de la coquille. Quelquefois, par exemple, dans le genre *Calcarina*, ce squelette intermédiaire se prolonge à la surface de la coquille en excroissances considérables qui n'ont pas de communication directe avec les chambres de la coquille, mais sont simplement sillonnées par les canaux en question.

Les Foraminifères porcellanoïdes comprennent les familles des Miliolides et des Lituolides. Parmi les Foraminifères vitreux viennent se ranger les Lagénides, les Globigérinides, les Nummulinides.

Les Foraminifères sont des êtres de si petite taille qu'une petite boîte peut en contenir des centaines, des milliers, quelquefois même des myriades. D'un autre côté, leur diamètre est en général suffisant pour qu'un observateur puisse étudier leurs principaux caractères à l'aide d'une loupe. Ces circonstances permettent au zoologiste d'établir des collections dans lesquelles les espèces sont représentées par un nombre très-considérable d'individus. L'étude des variations de ces espèces est rendue par là très-fructueuse.

Il est, en effet, possible d'établir des séries dans lesquelles on peut embrasser, pour ainsi dire d'un seul coup d'œil, deux types en apparence très-distincts et toutes les formes de transition qui les relient l'un à l'autre. Parmi d'autres classes d'animaux et dans le règne végétal, on trouverait difficilement un exemple de variations d'une espèce étudiée sur des échantillons aussi nombreux que les variations de Foraminifères étudiées par MM. Williamson, Carpenter, Parker et Rupert Jones. Or ces savants sont arrivés à la conclusion que les principaux types de Foraminifères varient entre des limites dont l'étendue est vraiment surprenante. Il n'est peut-être pas sans intérêt de rapprocher cette grande variabilité du fait que ces types sont fort anciens à la surface de la terre. Il est, en effet, vraisemblable qu'une forte proportion des Foraminifères actuels ont leurs ancêtres directs dans les Foraminifères d'époques géologiques relativement anciennes. M Ehrenberg a été le premier à identifier un grand nombre d'espèces vivantes avec des espèces crétacées. Ses observations ont été confirmées par celles de MM. Rupert Jones et Parker, qui ont retrouvé beaucoup d'espèces de Foraminifères crétacées et tertiaires vivant encore actuellement dans la Méditerranée. M. Carpenter, de son côté, a été conduit à identifier des espèces actuelles des genres *Orbitolites*, *Orbiculina*, *Alveolina*, *Operculina*, avec des espèces fossiles dont quelques-unes remontent dans la période secondaire jusqu'aux étages supérieurs du terrain triasique.

La longue durée des principaux types de Foraminifères, durée qui s'étend à travers plusieurs époques géologiques successives et pendant laquelle on voit apparaître de nombreuses déviations de ces types, est un fait très-remarquable. Il a sans doute sa cause dans la facilité avec laquelle des organismes aussi inférieurs s'adaptent à des conditions diverses, au point de survivre à des modifications du milieu ambiant qui sont fatales à des êtres supérieurs. Ces modifications, qui ne suffisent pas à les faire périr, sont cependant sans doute la cause principale des déviations des types originaux qu'on est souvent appelé à observer. Il est vrai-

semblable, par exemple, que l'élévation de température favorise non-seulement l'augmentation de taille, mais encore la spécialisation des formes. Aussi les types les plus compliqués et les mieux spécialisés abondent-ils dans les mers tropicales et subtropicales, tandis qu'ils n'ont que des représentants égrenés et pour ainsi abortifs dans les mers froides. La profondeur de la mer a aussi une influence évidente sur la prédominance de certains types, dont elle détermine en même temps certaines variations. C'est ainsi que MM. Parker et Rupert Jones croient pouvoir fixer approximativement la profondeur de la mer au fond de laquelle tel dépôt fossile s'est formé, par la comparaison des espèces et des variétés de Foraminifères contenues dans ce dépôt avec les espèces et les variétés observées aujourd'hui à diverses profondeurs dans nos mers. Il est, en particulier, intéressant de noter que le sol des parties les plus profondes de l'Océan est formé à peu près uniquement par des Globigerina, l'un des types les plus simples des Polythalames.

Il ne sera peut-être pas sans intérêt de consigner, à la fin de cet article, quelques-unes des propositions générales par lesquelles M. Carpenter résume les résultats fournis par l'étude récente des Foraminifères.

1° La latitude des variations chez les Foraminifères est si grande qu'elle embrasse, non-seulement les caractères différentiels que les zoologistes, guidés par les méthodes ordinaires, ont considérés comme spécifiques, mais encore une grande partie de ceux dont on s'est servi pour établir des genres ou même parfois des ordres.

2° La notion d'espèce la plus accréditée, c'est-à-dire celle qui voit dans l'espèce une collection d'individus présentant certains caractères, provenant par voie de génération de prototypes caractérisés de la même manière qu'eux, est complétement inapplicable aux Foraminifères. En effet, ces collections d'individus (dût-on leur donner des limites aussi étendues que celles des genres dans d'autres classes d'animaux) seraient liées les unes

aux autres par des chaînons intermédiaires si nombreux, qu'il serait impossible de tirer entre elles aucune ligne de démarcation.

3° Il n'y a qu'une manière de classer naturellement les formes si variées comprises dans la classe des Foraminifères. C'est de les grouper autour de certains types principaux dont elles ne sont que des modifications en sens divers. Les genres et les espèces ainsi formés, pour satisfaire aux exigences de la nomenclature, ne doivent être considérés que comme des groupes de formes caractérisés par la nature et le degré de déviation du type original, duquel ces formes sont vraisemblablement provenues par voie de génération.

4° Il n'y a aucune raison de croire que les types de Foraminifères aient subi de modification profonde ou de développement progressif depuis l'époque paléozoïque jusqu'à nos jours. La transition la plus brusque ou la plus marquée est celle qui a eu lieu entre la période crétacée, dont la faune paraît n'avoir compté que des foraminifères de petite taille et d'organisation relativement simple, et la série des terrains tertiaires. En effet, l'un des premiers étages de cette série est formé par le calcaire nummulitique, qui forme des couches d'une grande puissance et d'une vaste étendue en Europe, en Asie et en Amérique. Ce terrain renferme les types les plus grands et les mieux spécialisés de tout le groupe des Foraminifères. Cependant ces types existaient déjà durant les périodes antérieures, et leur développement fut, sans doute, simplement favorisé à cette époque par certaines conditions extérieures. La faune des mers actuelles présente d'ailleurs, selon toute apparence, une plus grande variété de formes de Foraminifères qu'aucune des époques précédentes.

Dr Alex. Pagenstecher. Untersuchungen, etc. Recherches sur les animaux inférieurs de la côte de Cette. (*Zeitschr. f. wiss. Zoologie.* Vol. XII, p. 265-311. *Ibid*, p. 486-529 et vol. XIII, p. 86-106.)

Les recherches faites par M. Pagenstecher sur la côte de Cette font un digne pendant à celles de M. Keferstein sur la côte de Normandie, dont nous avons brièvement rendu compte. Elles portent sur des animaux fort divers. L'embranchement des vers a fourni matière à plusieurs observations fort curieuses dont celles relatives à une nouvelle espèce d'Exogone (*E. gemmifera*, Pag.) ne sont pas les moins singulières. Ce ver présente une génération alternante, comparable à celle qui a été généralement admise pour beaucoup d'autres Syllidés depuis les recherches de MM. de Quatrefages, M. Edwards, Frey et Leuckart, Krohn, etc. Mais tandis que chez toutes les espèces jusqu'ici étudiées sous ce rapport les bourgeons apparaissaient à la partie postérieure des individus-souches ou individus asexués et suivant l'axe de ceux-ci, ils apparaissent chez l'Exogone gemmifère sur les côtés du corps. Chaque segment à partir du neuvième jusqu'au vingt-deuxième et peut-être au delà porte sur le dos, de chaque côté, un bourgeon, dans lequel apparaissent tous les organes essentiels d'un Exogone. Ces jeunes individus sont fixés par leur extrémité anale au corps de l'individu-mère. C'est là le premier exemple d'une gemmiparité latérale chez une annélide. Les individus sexués de l'*E. gemmifera* ressemblent de tous points aux individus asexués, si ce n'est qu'à partir du neuvième ou du dixième segment les rames portent deux faisceaux de soies au lieu d'un seul, le faisceau dorsal étant formé simplement de soies subulées non articulées.

M. Pagenstecher suppose d'ailleurs que les Exogones de M. Oersted et la *Syllis pulligera* de M. Krohn ser eproduisent de la même manière que son *E. gemmifera*. Les œufs que ces vers sont censés porter avec eux, seraient les bourgeons mal interprétés

par M. Oersted et M. Krohn. Nous pensons cependant que cette assimilation ne peut être acceptée que sous toutes réserves et qu'il faudra observer à nouveau les espèces qui ont fait l'objet des recherches de ces savants pour décider cette question.

Un autre annélide que M. Pagenstcher désigne sous le nom un peu collectif de *Spirorbis spirillum* Linné et Martini, a fait pour l'auteur l'objet de recherches intéressantes. Le point le plus digne d'être relevé est l'hermaphrodisme jusqu'ici non soupçonné des Spirorbis. On ne connaît jusqu'à présent qu'un seul exemple d'androgynie chez les annélides polychètes, savoir celui de la *Protula Dysteri* découvert par M. Huxley, confirmé par M. Claparède. Or les Protules appartiennent comme les Spirorbis à la famille des Serpulacés. Il n'est donc pas impossible que l'hermaphrodisme soit plus répandu dans cette famille qu'on ne le pensait. — Les ovules se forment chez le *Sp. spirillum* dans la cavité du corps, comme chez la plupart des autres annélides. Toutefois M. Pagenstecher trouve en outre des œufs mûrs dans l'intérieur du pédoncule porteur de l'opercule. Si ces œufs occupaient l'axe du pédoncule on comprendrait facilement qu'ils y aient pénétré de la cavité du corps. Mais c'est ce qui n'a point lieu. Ces œufs sont, en effet, logés sous la cuticule du pédoncule. L'auteur en est réduit à supposer que les œufs quittent la cavité périviscévale dans la région médiane du corps par des ouvertures conduisant jusqu'à la cuticule. De là ils glisseraient sous cette cuticule jusqu'au pédoncule. Quoiqu'il en soit, c'est dans ce pédoncule que les œufs se développent et, grâce à cette circonstance, M. Pagenstecher a pu nous donner une embryogénie complète des Spirorbis. Les jeunes vers ne paraissent pas destinés à mener de vie errante, aussi les appareils natatoires si développés chez d'autres larves d'annélides ne sont-ils ici que rudimentaires.

Fidèle à ses anciennes amours, M. Pagenstecher n'a point négligé les Trématodes du port de Cette et il nous fait connaître plusieurs larves de Distomes nouvelles. L'une, à laquelle il donne le nom de *Cercaria cotylura*, est particulièrement inté-

ressante par la présence à son extrémité postérieure d'un appendice à peu près cupuliforme. M. Pagenstecher puise, en effet, dans l'étude de cet appendice de nouveaux arguments en faveur d'une opinion qu'il a déjà soutenue naguère, savoir que les queues des Cercaires et des Bucéphales se transforment en Rédies, se détachent du corps de l'animal et engendrent de nouvelles cercaires.

Une nouvelle espèce de Sagitte (*S. gallica* Pag.) se distingue par l'existence dans les parties latérales de la tête de deux petits boyaux dont les parois sont colorées par un pigment brun. Rien de semblable n'a été observé jusqu'ici chez d'autres sagittes. M. Pagenstecher se demande, il est vrai, si ces organes n'ont pas été mal interprétés par M. Busch qui a décrit de petites cornes sur les côtés de la tête chez la *Sagitta cephaloptera*. Toutefois nous pouvons affirmer que les observations de M. Busch sont parfaitement exactes.

Le mémoire de M. Pagenstecher renferme aussi des recherches sur quelques mollusques, ainsi sur le *Trochus zizyphinus* dont il étudie les muscles striés et sur l'*Actæon viridis*, dont il a examiné les organes générateurs avec soin. Il réussit à ramener ces organes au type fourni par les gastéropodes pulmonés. — Dans un savant chapitre sur l'histoire zoologique des Vellélides, l'auteur fait une étude approfondie des Rataria qu'on a considérés tantôt comme un genre à part, tantôt comme le jeune âge des Vellèles, tantôt enfin comme le jeune âge des Porpites. M. Pagenstecher montre que dans l'état actuel de la science il est impossible de trancher la question en faveur de l'une plutôt que de l'autre de ces opinions. Il est très-vraisemblable que soit les Vellèles, soit les Porpites affectent pendant le jeune âge une forme très-voisine de celle des Rataria, mais il ne serait pas impossible qu'il existât en outre un genre Rataria distinct.

Enfin M. Pagenstecher consacre un chapitre aux métamorphoses d'un anatife (*Lepas pectinata*). Les premières phases lui ont échappé. Ce sont d'ailleurs les mieux connues. Les larves trouvées

par lui sur les os de seiches et autres objets flottants appartenaient à la phase dite phase de Cypris. Elles sont fixées à l'aide d'une petite proéminence formant ventouse située entre les deux antennes et à l'aide de ces antennes elles-mêmes. Celles-ci ne sont point des organes larvaires provisoires ; elles persistent comme organes de fixation même chez l'adulte. La proéminence placée entre elles est le rudiment du pédoncule. Chez les adultes M. Pagenstecher trouve que ces antennes sont composées de quatre segments et non de trois, chiffre avancé par M. Darwin. Chacune porte une ventouse de fixation qui n'est point un segment spécial, mais un appendice du second segment basal. — Lorsque la dernière métamorphose approche, on voit par transparence apparaître sous la coquille bivalve les cinq pièces de la coquille définitive. Les boucliers (*scuta*) apparaissent d'abord, puis les noyaux des autres pièces suivent rapidement. Ces différentes pièces ne sont pas simplement appliquées sur le manteau, mais elles sont partiellement engagées dans un repli de ce dernier, comme l'ongle dans un repli de l'épiderme. La partie cachée sous le repli présente une structure simple, tandis que le reste est orné d'une sculpture élégante. Lorsque les bords d'une pièce ne sont pas engagés partout également dans le repli du manteau, l'accroissement n'a pas lieu partout avec la même rapidité et le noyau devient excentrique. Ces pièces sont d'ailleurs une sécrétion épidermoïdale extracellulaire comme le squelette des autres arthropodes, et il n'est par suite pas exact de dire, comme M. Darwin, qu'elles se forment entre le derme et l'épiderme.

M. Pagenstecher ne se borne pas à l'étude des métamorphoses des Lépades : nous trouvons encore dans son mémoire une anatomie soignée des Lépades adultes. Les résultats auxquels arrive l'auteur diffèrent sur plusieurs points de ceux de ses prédécesseurs et nous regrettons que le manque d'espace nous empêche de les consigner ici. Remarquons seulement que M. Pagenstecher a attribué aux cirres un rôle différent de celui qu'on admet d'ordinaire. Ces organes sont disposés de manière à former un entonnoir

obliquement tronqué, dilaté à l'état de repos. Pour l'ordinaire le pédoncule des cirripèdes présente des mouvements rhythmiques de contraction, au nombre d'environ 20 par minute. Ces mouvements ont pour effet de faire rentrer l'animal dans sa coquille et son pédoncule et l'en faire sortir alternativement. Les rétractions subite de l'animal produisent un courant d'eau qui s'introduit dans l'entonnoir formé par les cirres au moment où l'animal commence à saillir de nouveau et où l'entonnoir s'épanouit. Ce courant amène les parties nutritives à la bouche. C'est à cela que se bornerait le rôle des cirres.

A. BAUR. SUR LA SYNAPTA DIGITATA ET SON PARASITE SUPPOSÉ (*Monatsber. d. Akad. der Wiss. zu Berlin.* Avril 1863, p. 187).

Joh. Müller ne put jamais faire que des hypothèses sur l'origine des singuliers boyaux molluscigères qu'il avait découverts dans la cavité périviscérale des synaptes. Il croyait cependant qu'on pourrait tirer quelques renseignements du mode variable d'attache de ces boyaux au corps de leur hôte. Dans la règle, chaque boyau est fixé par l'une de ses extrémités au vaisseau intestinal, l'autre étant libre ; mais quelquefois l'extrémité, qui d'ordinaire est libre, se trouve attachée à la tête de l'holothurie, et enfin il peut arriver que le boyau soit entièrement libre. Toutefois M. Baur ne saurait voir aucun rapport entre ces différences et le développement des boyaux molluscigères. Il montre que les boyaux libres ont été détachés accidentellement du vaisseau intestinal au moment de la capture de la synapte. Enfin l'attache céphalique du boyau n'est qu'apparente. Elle résulte de ce que le boyau, s'étant dirigé en avant, a été forcé par la pression résultant de son développement de s'engager entre les organes de la tête. L'attache intestinale est la seule régulière, quoique d'ailleurs elle soit purement mécanique et ne résulte pas d'une union de tissu.

Le développement des synaptes était jusqu'ici à peu près inconnu. M. Baur montre qu'il faut chercher leurs larves dans les auriculaires à roues calcaires, dont Müller comparait la forme à celle d'une cotte d'armes antique. Müller rapportait ces larves, à cause de leurs roues, aux chirodotes. Cependant on ne connaît aujourd'hui aucun chirodote de la Méditerranée, mer dans laquelle Müller observa ses auriculaires. Les espèces méditerranéennes que M. Grube rapportait à ce genre sont en effet de véritables synaptes. M. Krohn, qui conserva des auriculaires à roues assez longtemps pour les voir se transformer en petites holothuries rampant à la manière des synaptes, voyait dans cette transformation une preuve en faveur de l'opinion de Müller, les chirodotes étant les seuls holothurides à roues calcaires. M. Baur a enfin levé les difficultés en conservant les auriculaires plus longtemps encore que M. Krohn. Il les a vues prendre peu à peu tous les caractères anatomiques et zoologiques des synaptes. Il a vu leurs tentacules augmenter en nombre jusqu'à douze, chiffre constant chez les synaptes adultes. Enfin il a vu se former dans leur peau les petites ancres calcaires si caractéristiques des synaptes, et à ce moment les larves conservaient encore dans le voisinage de l'anus les roues calcaires caractéristiques des auriculaires.

BOTANIQUE.

Dr J. Hooker. Sur les cèdres du Liban, du Taurus, etc. (*Nat. Hist. Rewiew*, 1862).

Les vieux cèdres du mont Liban ont été souvent visités et décrits par les voyageurs, mais ils n'avaient pas encore été examinés au point de vue des notions actuelles de la géographie botanique, par un homme bien au courant de la science. Le docteur Hooker était plus en état que personne de combler cette lacune, et il faut lui savoir gré d'avoir saisi une occasion, en 1860, pour faire un voyage rapide en Syrie et en Palestine.

Arrivé le 25 septembre à Beyrouth, il partit dès le lendemain, avec plusieurs officiers de la marine anglaise, pour la vallée de Kadisha, où se trouvent les cèdres, et il campa le soir même sous leur ombrage. L'élévation au-dessus de la mer fut trouvée, d'après une moyenne de quatre observations du matin et quatre du soir, faites avec quatre baromètres différents et deux thermomètres avec eau bouillante, de 6,172 pieds anglais. L'expédition passa deux nuits dans cet endroit, et le Dr Hooker ayant fait deux fois l'ascension du pic le plus élevé du Liban (qu'il trouva être à 10,200 pieds anglais), eut de grandes facilités pour étudier la position du groupe des cèdres relativement au pays environnant. Deux de ses compagnons de voyage, le révérend G. Washington et M. Hanbury, consacrèrent une journée à compter les arbres, à les mesurer et à dresser un plan de leur distribution sur le terrain; enfin le capitaine Mansell obtint une section de la branche inférieure d'un pied qui gisait à terre, d'où l'on put constater un mode de croissance très-différent des cèdres observés dans les parcs anglais. Le résultat de ces premières investigations fut jugé si intéressant que le capitaine Washington, commandant de l'expédition, donna des ordres pour continuer les recherches topographiques et autres, de sorte qu'en 1862, après l'article dont nous publions ici l'extrait, le capitaine Mansell a encore rapporté en Angleterre des documents qui seront sans doute utilisés par le Dr Hooker et qui compléteront ceux-ci.

« Loin d'être concentrés dans une seule localité, dit le Dr Hooker, comme on le dit généralement, des cèdres ont été trouvés par Ehrenberg au nord de la vallée de Kadisha, entre Bsherre et Bshinnate. La vallée de Kadisha, située à une élévation de 6,000 pieds, se termine par des bassins larges et aplatis Elle a deux ou trois milles de largeur et autant de longueur ; sa distance de la mer, en ligne droite, est de quinze milles, et celle du sommet du Liban, placé au nord, est de trois ou quatre milles. Les côtés de ces bassins aplatis se relèvent de 2 à 4,000 pieds au-dessus du fond, à peu près comme les endroits appelés *corrys*

dans certaines contrées montueuses. Le sol de l'endroit où sont les grands cèdres est presque complétement plat, à l'exception de vestiges d'anciennes moraines qui le coupent brusquement, en travers. Ces moraines ont été déposées par des glaciers à une époque, d'un climat très-différent, où la neige perpétuelle couvrait les sommités du Liban et communiquait en dessous avec de grands glaciers. Les moraines ont de 80 à 100 pieds de hauteur ; leurs limites sont bien définies, et elles divisent la vallée en deux bassins aplatis, l'un supérieur, l'autre inférieur. Les ruisseaux des montagnes adjacentes se réunissent en un seul courant qui, de la division supérieure, passe au travers des moraines en serpentant, et se précipite ensuite dans la gorge de Kadisha. Les cèdres croissent sur la partie de la moraine qui longe immédiatement la rivière, et seulement dans ce point. Ils forment un groupe d'environ 400 yards de diamètre, à l'exception de un ou deux arbres un peu détachés des autres. On dirait une tache noire dans la vaste étendue de la vallée et des moraines, qui n'ont pas d'autre végétation arborescente, ni même des buissons, excepté quelques touffes d'épines-vinettes et de rosiers de peu d'apparence dans le paysage [1].

« Les arbres sont au nombre de 400 environ, disposés en neuf groupes qui correspondent à autant d'élévations des moraines. Ils varient de 18 pouces à 40 pieds de circonférence et plus ; mais ce qu'il y a de plus significatif à cet égard et au point de vue de l'âge de la forêt, c'est qu'il n'y a aucun arbre ayant moins de 18 pouces de circonférence, et que nous n'avons pu découvrir ni un jeune arbre, ni un buisson, ni même une germination parvenue à l'âge de deux ans. Les moyens nous manquent pour estimer l'âge des plus jeunes et des plus vieux arbres [2]. On

[1] Une section de la vallée de l'est à l'ouest, insérée dans le texte, montre les deux parties plates, supérieure et inférieure, comme étant presque au même niveau, et les moraines, avec les cèdres, comme une petite éminence intermédiaire.

[2] Le capitaine Mansell a rapporté maintenant des sections de jeunes arbres qui auront bien de l'intérêt

peut remarquer seulement que le bois de la vieille branche coupée transversalement, d'une texture très-serrée, d'un diamètre de 8 pouces (sans l'écorce), ne renferme pas moins de 140 couches, tellement rapprochées les unes des autres qu'on a de la peine à les compter sans le secours d'une lentille. Ce bois est plus dur et plus coloré que celui des cèdres crus en Angleterre, ou que les deodara de l'Inde, et il est aussi odoriférant que celui-ci. En se basant sur cette branche d'un vieux arbre, les plus jeunes pieds du Liban auraient une centaine d'années et les plus vieux 2500 ans : mais l'une et l'autre de ces appréciations sont certainement très-douteuses. En calculant d'après la croissance de cèdres qui ont végété rapidement en Angleterre, ce serait 5 et 200 ans, et d'après les cèdres du jardin de Chelsea 22 et 6 à 800 ans.

« La position des plus vieux parmi les 400 cèdres conduit à des données intéressantes sur l'âge des différentes parties de la forêt et sur la manière dont elle a progressé dans les temps modernes. Il n'y avait que quinze arbres de plus de 15 pieds de circonférence, et ils étaient tous dans deux des neuf groupes, lesquels renfermaient 180 arbres. Parmi les autres, deux seulement dépassaient 12 pieds, et ils se trouvaient dans deux groupes adjacents, l'un d'un côté, l'autre de l'autre des précédents groupes. Cinq groupes renferment 156 arbres, tous inférieurs à 12 pieds de circonférence, et tous se trouvent du côté ouest, ou inférieur, relativement aux premiers. C'est donc dans cette direction que la forêt a marché depuis un certain temps. »

« Il est difficile de savoir, à moins de lire attentivement d'anciennes descriptions des voyageurs, si la forêt a diminué depuis les temps historiques. Je ne serais pas surpris qu'on arrivât à constater qu'elle n'a pas diminué depuis l'époque de Salomon, car il est bien douteux que le bois de cèdre ait jamais été employé à Jérusalem, en grande quantité, comme bois de construction. Le mot *cèdre*, dans la Bible, s'appliquait à d'autres arbres, et il ne peut être entendu pour *Cedrus Libani*, avec certitude, que s'il est

accompagné de quelque épithète distinctive. Le commerce des bois était dans les mains des Phéniciens, à l'époque de Salomon, et la quantité de chêne et de pin, sur toutes les montagnes le long de la côte, du mont Carmel vers le nord, était si considérable, qu'on n'a pas dû, selon les probabilités, exploiter les vallées presque inaccessibles du Liban pour obtenir un bois dépourvu d'aucun avantage particulier dans les constructions. Les pentes inférieures du Liban, même près de la mer, sont couvertes de magnifiques forêts. Il y avait peu de motifs pour s'élever à 6000 pieds, au travers de vingt milles d'un pays montagneux, dans le seul but d'obtenir des bois qui ne devaient pouvoir être transportés sur la côte qu'avec des difficultés et des dépenses énormes. Remarquons en outre combien il serait mal aisé de concilier l'hypothèse d'une étendue immense d'anciennes forêts de cèdres, avec le fait de leur présence actuelle seulement sur les moraines d'une des vallées les plus peuplées de la montagne. Il existe des centaines de vallées analogues dans le Liban, à une élévation semblable, les unes presque inaccessibles, les autres presque sans habitants ; or si les cèdres avaient constitué jadis une vaste forêt continue que l'homme aurait détruite, nous devrions rencontrer des bois isolés dans ces diverses localités. Je tiens à être bien compris, car la question a de l'importance au point de vue scientifique : je ne mets pas en doute que le *Cedrus Libani* ne soit fréquemment mentionné dans l'Ancien Testament, par les prophètes en particulier, qui le désignent d'une manière appropriée et sans ambiguité ; mais si, comme les meilleurs critiques hébraïstes et théologiens le permettent, ce me semble, le mot *cèdre* s'applique dans les chroniques, etc., à plus d'une espèce d'arbre, c'est selon moi une question à débattre de savoir si le *Cedrus Libani* est une des espèces qui ont fourni beaucoup de matériaux pour le temple de Salomon. Le *cyprès* (appelé aussi anciennement cèdre), le *Pinus halepensis* et le grand *genèvrier* odorant du Liban, avec son bois rouge, doivent avoir été plus recherchés sous tous les rapports.

« D'un autre côté il est certain que le groupe des cèdres a augmenté et diminué pendant la période historique, par l'effet de changements séculaires du climat, puisque les graines n'ont pas produit de jeunes pieds de plus de 18 pouces de diamètre, en dépit de plusieurs milliers qui germent chaque année, et que le bois actuel présente cette extrême diversité d'âges, une quinzaine d'arbres ayant autant de pieds de tour et 385 ayant moins de 12 pieds. Sur ce détail j'ai réuni des preuves assez curieuses à l'appui en compulsant les écrits des voyageurs.

« Le point le plus rapproché du Liban, où l'on ait découvert des cèdres, est la chaîne du Bulgar-dagh, partie du Taurus de l'Asie mineure, et de là des forêts s'étendent à l'est vers la Pisidie (long. E. 32°), à l'ouest vers le 36° long. E., et au nord vers l'Antitaurus (40° lat.), jusqu'à la hauteur de 4000 à 6400 pieds au-dessus de la mer. Le Liban est une sorte de ramification du Taurus, à 250 milles des forêts de cèdres de cette chaîne de montagnes. Entre les individus du Liban et la forme ordinaire de l'Asie mineure, il n'existe pas de différence appréciable, selon les personnes qui les ont comparés, mais dans la dernière de ces contrées il y a deux formes ou variétés, dont une (*Cedrus argentea* de nos jardins) a le feuillage plus court, plus raide et plus glauque ou argenté que l'autre. La Syrie septentrionale et l'Asie mineure ne sont qu'une même province botanique, de manière que le bois de cèdres du Liban, malgré sa distance considérable des forêts du Taurus, n'en est en quelque sorte qu'un rameau détaché.

L'auteur examine ensuite le degré de ressemblance du *Cedrus Atlantica*, d'Algérie, et du *Cedrus Deodara*, de l'Himalaya, avec le *Cedrus Libani* et entre eux. Il reconnaît leurs diversités habituelles, mais avec des variations fréquentes qui les rapprochent, et selon lui ces trois conifères seraient issues d'une forme unique plus ancienne. Quant à leur distribution actuelle dans trois régions, il se l'explique par l'extension ancienne, probable, de l'espèce primitive lorsque des glaciers très-étendus régnaient sur le

Liban et sur l'Himalaya. A cette époque, dont l'existence est démontrée par les moraines, le climat des régions voisines de ces montagnes devait être moins chaud et plus humide qu'à présent. Les espèces ligneuses qui pouvaient exister alors dans les plaines ont dû gagner les montagnes au fur et à mesure qu'elles disparaissaient dans les plaines, expulsées par la chaleur qui faisait diminuer les glaciers. Les formes localisées et isolées, étant soumises à certaines influences particulières, sans croisement entre elles, vu la distance, ont pu devenir des formes plus constantes et plus distinctes. — A notre avis, les personnes les plus prévenues contre les variations ne peuvent rejeter, sans examen, des hypothèses aussi bien appuyées par les faits géologiques et botaniques. Il faudrait pour cela renoncer complétement à expliquer la distribution actuelle ou antérieure des êtres organisés et méconnaître la grandeur des questions de la science moderne.

Dr J. Hooker. On Welwitschia, a new genus of Gnetaceæ. In-4°. (*Trans. Linn. Soc.* XXIV.)

Nos lecteurs n'ont sûrement pas oublié ce que disait M. le Dr Welwitsch, dans le cahier des *Archives* de juillet 1861, au sujet d'une plante fort extraordinaire, qu'il avait découverte dans l'Afrique occidentale, et qu'il désignait sous le nom de *Tumboa*, d'après un nom vulgaire du pays. Il s'agissait d'un petit arbre, réduit à un tronc conique dont la pointe pénètre dans le sol, muni seulement de deux grandes feuilles étalées, coriaces, de 4 à 5 pieds de longueur, qui se courbent à leurs extrémités vers la surface, ordinairement sablonneuse, du terrain. Le sommet du tronc forme une table bosselée qui atteint 12 à 14 pieds de circonférence, dans les vieux échantillons de l'espèce ; enfin des fleurs et des fruits, en forme de cônes, sortent de l'intervalle entre les deux feuilles. Une structure aussi singulière devait attirer fortement l'attention des naturalistes, aussi M. le Dr Hooker n'a-t-il négligé aucun moyen pour obtenir de nouveaux renseigne-

ments, et il est parvenu à en avoir, grâce à l'activité des voyageurs anglais qui se trouvent dans toutes les contrées du globe. Ayant reçu quelques dessins et des échantillons conservés dans de l'alcool, il s'est livré à une étude approfondie, qui fait l'objet d'un mémoire spécial, contenant 14 planches d'un très-grand intérêt[1].

Le Dr Hooker a cru convenable de substituer le nom générique de *Welwitschia* à celui de *Tumboa*, afin de rendre hommage à l'auteur de la découverte, et par le motif que le nom de *Tumbo* est employé par les indigènes pour d'autres plantes, ce qui ferait équivoque. L'examen botanique du Welwitschia a révélé des faits aussi extraordinaires que son apparence. Disons tout de suite le principal, qui est unique dans les végétaux pourvus de fleurs et de fruits : la plante tout entière, malgré sa longue durée (plus de 80 ans dans certains cas), est pendant toute sa vie composée des mêmes organes qu'à l'origine, c'est-à-dire que la tige du moment de la germination ne fait que grossir, sans se ramifier et en s'allongeant fort peu, que les deux cotylédons durent indéfiniment et s'allongent, sans se flétrir ; enfin que la floraison et la fructification se développent sur cette germination prolongée! La période de végétation qui sépare dans tous les autres végétaux la jeune plante pourvue de cotylédons de la plante à fleurs et à fruits, cette période qui est longue surtout dans les végétaux ligneux comme celui-ci, et qui se manifeste par une grande quantité de rameaux et de feuilles, est entièrement supprimée. La plante reste stationnaire, puis elle fleurit sur les organes de son enfance.

La tige (radicule) émet quelques petites racines et se trouve presque enterrée dans le sable ou dans un terrain stérile, à la manière des tiges du palmier nain en Algérie ou en Sicile. On a beaucoup de peine à l'en extraire. Elle s'épaissit graduellement, surtout vers le haut. L'écorce ne se distingue pas nettement du corps ligneux, dont elle forme en quelque sorte la partie superficielle. Le tissu placé immédiatement sous cette couche verticale,

[1] On peut voir dans le n° de mars 1863 du *Botanical Magazine* une reproduction des deux planches les plus importantes.

en dehors du bois, est celui qui végète le plus, et par cette cause de même que par les deux cotylédons la plante appartient à la classe des Dicotylédones, mais les vaisseaux ligneux ne se distribuent pas selon des couches concentriques évidentes comme dans les bois ordinaires de Dicotylédones. Sur ce point, du reste, beaucoup de familles font déjà exception.

La fleur indique une grande analogie avec les Conifèress , les Cycadées, et surtout avec les Gnetacées, qui constituent le groupe des Dicotylédones gymnospermes. La plus grande ressemblance est avec les genres Gnetum et Ephedra. Les cônes sont dressés, rouges et ressemblent extrêmement à ceux de plusieurs pins ou sapins. Il y a des fleurs mâles, à six étamines, où le pistil est imparfait. Les fleurs femelles, situées en dedans des écailles du cône, présentent un *nucleus* d'abord nu, dans lequel un premier sac embryonnaire existe d'abord, lequel produit intérieurement d'autres sacs embryonnaires qui s'allongent et sont fécondés, hors du premier, par les tubes polliniques. La graine, pourvue d'un albumen, est recouverte par les membranes accrues et ailées de l'ovule. La recherche de la fécondation et des analogies organiques de chaque partie a présenté d'immenses difficultés, dans lesquelles M. le Dr Hooker a été aidé par M. le Dr Oliver. Il ne fallait rien moins que le concours de deux anatomistes aussi habiles pour parvenir, au moyen d'échantillons souvent mal conservés, à l'intelligence de questions très-délicates, et si plus tard on vient à contester quelque point, il ne faudra pas oublier que sur l'organisation des fleurs femelles de nos conifères il y a encore beaucoup de questions controversées.

Les vaisseaux ligneux du Welwitschia ne sont pas munis des ponctuations spéciales des autres gymnospermes. C'est une preuve de plus que les caractères anatomtques internes ne sont pas très-constants dans le règne végétal.

Erratum au n° du 20 mai 1863 des *Archives des Sciences Phys. et Nat.* :
Page 63, ligne 4, au lieu de $^1/_{100,000}{}^{me}$, *lisez* $^1/_{10,000}{}^{me}$.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1863.

Le 3, brouillard le matin de bonne heure ; on ne voit plus de neige sur les Voirons.

10, éclairs et tonnerres dans la nuit du 9 au 10. entre 3 et 4 h. du matin ; tonnerres de midi à midi 15 m. au SSE., au SSO. vers 2 h. et après 4 h. à l'Ouest, les nuages orageux faisant presque le tour de l'horizon.

13, faible halo solaire de 7 h à 9 h. 30 m du matin.

14, les dernières traces de neige ont disparu du grand Salève.

15, halo solaire partiel de 1 h. 45 m. à 2 h. 30 m.

18, éclairs au Nord pendant toute la soirée.

19, éclairs et tonnerres de 2 h. 30 m. à 3 h. ; l'orage suit la direction du Sud au Nord et passe à l'Est de l'Observatoire.

22, halo solaire partiel de 9 h. à 11 h. 30 m. du matin ; depuis 8 h. 45 m. du soir éclairs dans toute la partie de l'Est de l'horizon.

26, couronne lunaire à plusieurs reprises dans la nuit.

28, couronne lunaire dans la soirée et plus tard halo lunaire.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		3, à 4 h. soir.....	720,68
Le 8, à 6 h. matin. .	729,97		
		9, à 6 h. soir.....	723,28
12, à 8 h matin ...	728,63		
		13, à 6 h. matin ...	725,79
16, à 8 h. matin..	729,63		
		19. à 2 h soir.....	718,34
21, à 6 h. matin...	728,81		
		24, à 8 h. matin ...	715,26
28, à 8 h. matin...	733,07		
		31, à 4 h. soir.....	725,66

GENEVE. — Mai 1863.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Ecart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Ecart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minimum.	Fract. de saturation en millièmes. Maximum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim	millim.	o	o	o	o	m	millim.					mm.				o		pouces
1	723,96	— 0,43	+ 7,90	—2,86	+ 6,3	+10,2	7,26	+0,63	916	+199	770	1000	3,0	1	N. 2	1,00	10,7	+ 1,3	36,9
2	721,89	— 2,52	+ 9,31	—1,57	+ 8,3	+12,0	7,92	+1,22	910	+193	770	990	2,1	5	N. 1	1,00	10,7	+ 1,3	36,5
3	722,02	— 2,42	+11,83	+0,77	+ 6,7	+18,2	7,62	+0,84	743	+ 26	450	1000	0,5	1	N. 1	0,79	...	.....	36,5
4	722,50	— 1,97	+13,07	+1,87	+ 9,5	+19,0	8,15	+1,60	767	+ 19	500	1000	2,0	2	variable	0,76	11,5	+ 1,9	36,0
5	725,23	+ 0,72	+13,06	+1,71	+ 9,6	+18,8	8,93	+2,01	801	+ 83	580	980	. .	..	N. 1	0,76	11,7	+ 2,0	36,0
6	727,64	+ 3,09	+13,25	+1,76	+ 9,5	+18,0	8,41	+1,41	756	+ 37	530	950	...	..	N. 1	0,53	12,3	+ 2,5	36,0
7	728,81	+ 4,23	+13,27	+1,63	+ 6,0	+19,1	8,29	+1,22	723	+ 4	520	930	...	..	N. 1	0,28	12,7	+ 2,8	36,5
8	728,21	+ 3,62	+13,33	+1,55	+ 7,0	+18,1	8,50	+1,35	738	+ 19	580	880	...	..	NNE. 1	0,12	13,9	+ 3,9	36,9
9	725,53	+ 0,87	+11,85	+2,92	+ 6,5	+21,7	8,86	+1,61	699	— 21	510	900	...	..	variable	0,50	14,0	+ 3,9	36,5
10	724,21	— 0,49	+14,52	+2,45	+10,5	+20,3	8,93	+1,63	729	+ 9	520	850	0,7	3	variable	0,79	...	....	36,5
11	726,57	+ 1,83	+15,44	+3,23	+10,0	+20,2	7,86	+0,48	620	—101	410	940	..	..	NNO. 1	0,41	14,6	+ 4,3	36,7
12	727,54	+ 2,76	+15,49	+3,13	+ 6,8	+22,7	7,98	+0,53	609	—112	410	860	...	..	variable	0,28	15,1	+ 1,7	36,8
13	725,94	+ 1,12	+15,63	+3,13	+ 9,7	+19,6	8,78	+1,25	662	— 59	520	840	0,3	1	SSO. 1	0,92	14,7	+ 4,2	37,0
14	728,39	+ 3,52	+14,53	+1,89	+11,0	+20,6	8,17	+0,56	671	— 51	530	830	...	..	N. 1	0,66	.	.....	37,5
15	728,85	+ 3,93	+15,75	+2,96	+ 6,1	+23,7	9,17	+1,48	678	— 41	450	890	...	..	variable	0,21	15,2	+ 4,5	37,5
16	728,23	+ 3,26	+16,18	+3,25	+ 7,2	+23,6	9,02	+1,25	657	— 65	400	870	...	..	N. 1	0,06	15,4	+ 1,6	37,9
17	724,91	— 0,11	+18,48	+5,10	+ 9,0	+26,9	9,55	+1,70	601	—121	400	850	...	..	variable	0,43	..	.....	38,5
18	721,12	— 3,65	+19,37	+6,15	+10,5	+27,3	9,69	+1,76	583	—139	380	810	...	..	variable	0,28	16,0	+ 5,0	39,0
19	719,21	— 5,91	+15,09	+1,73	+10,1	+23,0	9,26	+1,26	733	+ 10	460	870	5,9	5	SSO. 2	0,86	16,2	+ 5,1	40,5
20	727,79	+ 2,62	+14,06	+0,56	+ 9,8	+20,0	6,17	—1,61	562	—161	310	750	..	..	SO. 1	0,22	10,0	— 1,2	41,5
21	727,49	+ 2,27	+12,97	—0,67	+ 1,0	+20,5	6,95	—1,20	626	— 97	360	840	...	..	NNO. 1	0,38	10,7	— 0,7	42,0
22	721,57	— 3,70	+15,17	+1,39	+ 6,5	+21,0	8,81	+0,58	667	— 56	550	830	...	..	N. 1	0,72	10,9	— 0,6	42,5
23	718,05	— 7,27	+13,65	—0,27	+11,5	+18,2	10,60	+2,30	911	+188	780	1000	11,1	8	variable	0,99	12,7	+ 1,1	43,0
24	717,03	— 8,34	+11,11	—2,91	+10,0	+14,5	8,65	+0,28	881	+158	680	1000	5,4	5	N. 1	1,00	...	.....	43,2
25	719,29	— 6,11	+12,48	—1,71	+ 6,6	+19,1	6,31	—2,13	598	—124	410	910	...	..	variable	0,67	14,3	+ 2,5	43,5
26	724,49	— 1,00	+10,36	—3,96	+ 8,3	+14,4	6,63	—1,88	709	— 13	640	710	...	..	N. 2	0,97	13,8	+ 1,9	41,5
27	731,88	+ 6,34	+13,10	—1,35	+ 5,0	+19,0	8,35	—0,23	729	+ 7	510	920	...	..	N. 1	0,18	14,8	+ 2,8	44,5
28	731,90	+ 6,30	+15,69	+1,10	+ 7,3	+22,2	9,00	+0,35	677	— 44	350	890	..	..	N. 1	0,19	15,6	+ 3,5	44,5
29	730,11	+ 4,49	+17,22	+2,50	+ 9,6	+23,2	9,53	+0,81	651	— 70	410	830	...	..	N. 1	0,18	16,5	+ 4,2	44,7
30	728,86	+ 3,15	+19,13	+1,27	+10,9	+25,9	10,30	+1,51	631	— 90	370	840	...	..	N. 1	0,21	16,9	+ 4,5	41,0
31	727,06	+ 1,29	+20,00	+5,01	+13,7	+26,4	10,81	+1,95	627	— 93	420	840	.	..	NNE. 1	0,57	...	.....	41,5

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1863.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	725,15	725,56	725,41	724,96	724,49	724,13	724,25	724,93	725,31
2e »	725,21	726,47	726,31	725,90	725,33	725,01	725,17	725,89	726,33
3e »	725,70	725,75	725,60	725,25	724,75	724,51	724,42	724,74	725,25
Mois	725,80	725,92	725,77	725,36	724,86	724,55	724,61	725,17	725,62
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 9,32	+11,71	+14,03	+15,43	+16,21	+15,91	+14,75	+12,81	+11,31
2e »	+11,47	+15,83	+18,02	+19,83	+20,61	+20,97	+18,96	+16,29	+14,09
3e »	+10,61	+11,24	+16,05	+17,75	+18,43	+18,81	+17,34	+15,46	+14,11
Mois	+10,48	+13,95	+16,93	+17,67	+18,12	+18,59	+17,02	+14,87	+13,20
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	8,07	8,60	8,77	8,30	8,10	8,31	7,81	8,47	8,54
2e »	8,56	8,95	8,79	8,85	8,33	8,58	8,41	8,45	8,70
3e »	[illegible]	9,15	9,21	[illegible]	8,75	8,35	8,30	8,96	8,92
Mois	8,57	8,90	8,91	8,63	8,44	8,41	8,18	8,64	8,72
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade,	921	833	739	657	604	627	635	772	856
2e »	844	667	571	512	459	468	522	614	722
3e »	873	749	675	575	555	526	572	682	736
Mois	879	750	662	581	540	540	576	689	770

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	p.
1re décade,	+ 7,99	+17,69	0,68	12,19	8,6	36,1
2e »	+ 9,95	+22,75	0,44	11,65	6,2	38,3
3e »	+ 8,19	+20,49	0,55	14,62	16,5	40,1
Mois	+ 8,51	+20,26	0,56	13,63	31,3	38,3

Dans ce mois, l'air a été calme 3 fois sur 186.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,71 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 15°,7 O. et son intensité est égale à 39 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1863

Le 20, halo lunaire à 9 heures du soir.
Le 31, il a un peu grêlé entre 6 h. $^1/_4$ et 6 h. $^1/_2$ du soir.

SAINT-BERNARD. — Mai 1863.

Jours du mois.	Baromètre.				Température, C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Ecart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Ecart avec la température normale.	Minimum.[1]	Maximum.[1]	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures		
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	mm	mm			
1	563,12	+ 0,95	562,33	563,92	— 1,96	— 0,15	— 3,5	— 0,2	100	7,0	10	SO. 2	1,00
2	560,82	— 1,41	560,18	561,33	— 1,85	— 0,18	— 3,0	0,0	80	11,5	8	SO. 1	1,00
3	561,13	— 1,22	560,93	561,47	— 1,50	+ 0,03	— 3,1	+ 1,9	40	19,0	4	SO. 1	0,79
4	561,38	— 1,06	560,51	562,15	+ 0,71	+ 2,12	— 3,9	+ 4,8	......	......	......	NE. 1	0,68
5	563,29	+ 0,76	562,02	564,65	— 0,43	+ 0,81	— 2,0	+ 3,2	......	6,9	4	NE. 1	0,98
6	565,16	+ 2,83	561,50	566,22	+ 0,93	+ 2,02	— 1,8	+ 4,2	......	......	......	NE. 1	0,82
7	567,00	+ 4,28	566,27	568,03	+ 1,13	+ 2,38	— 0,2	+ 5,5	......	......	......	NE. 1	0,60
8	567,07	+ 1,25	566,53	567,51	+ 1,38	+ 2,18	— 0,2	+ 5,6	......	......	......	SO. 1	0,83
9	565,89	+ 2,98	565,21	566,93	+ 0,38	+ 1,01	— 0,9	+ 3,0	......	......	......	SO. 1	0,84
10	563,62	+ 0,61	563,31	564,10	+ 2,09	+ 2,61	— 1,1	+ 6,3	......	......	......	NE. 1	0,51
11	565,36	+ 2,25	563,65	566,73	+ 1,13	+ 1,51	— 0,3	+ 3,4	......	......	......	NE. 1	0,86
12	566,87	+ 3,66	566,39	567,13	+ 1,51	+ 4,78	0,0	+ 8,9	......	......	......	NE. 1	0,11
13	565,55	+ 2,24	565,00	565,95	+ 2,83	+ 2,93	+ 1,2	+ 7,0	......	2,6	3	SO. 1	0,93
14	566,66	+ 3,25	565,61	567,77	+ 3,05	+ 3,01	+ 0,1	+ 6,8	......	......	......	NE. 1	0,39
15	568,59	+ 5,08	567,82	569,14	+ 5,48	+ 5,30	+ 2,8	+10,0	......	......	......	SO. 1	0,56
16	568,55	+ 4,91	568,22	569,03	+ 6,78	+ 6,16	+ 3,5	+12,0	......	......	......	SO. 1	0,54
17	567,25	+ 3,51	566,90	567,68	+ 1,88	+ 4,42	+ 3,8	+ 7,9	......	......	......	SO. 1	0,78
18	564,73	+ 0,92	564,18	565,66	+ 4,04	+ 3,11	+ 1,9	+ 6,7	......	......	......	SO. 2	0,70
19	561,61	— 2,30	560,57	562,54	0,00	— 0,71	— 2,1	+ 1,8	35	21,8	6	SO. 1	0,97
20	564,92	+ 0,91	563,32	565,85	+ 0,46	— 0,42	— 4,2	+ 1,9	......	......	......	NE. 1	0,20
21	565,86	+ 1,71	565,78	566,03	+ 2,93	+ 1,91	— 2,6	+ 6,0	......	......	......	NE. 1	0,18
22	563,32	— 0,90	562,30	564,30	+ 4,18	+ 3,03	+ 1,6	+ 7,9	......	......	......	SO. 1	0,63
23	558,39	— 5,93	556,87	560,26	+ 1,93	+ 0,61	+ 0,3	+ 6,3	......	7,7	5	SO. 1	0,97
24	555,63	— 8,79	555,07	557,06	— 1,06	— 2,48	— 2,4	+ 1,3	......	7,7	5	NE. 2	1,00
25	557,18	— 7,34	556,61	557,19	— 2,34	— 3,89	— 3,9	0,0	......	......	......	NE. 1	0,98
26	561,02	— 3,61	557,44	565,36	— 2,31	— 4,09	— 5,6	+ 0,2	40	7,1	6	NE. 1	0,96
27	568,72	+ 3,98	566,63	570,26	+ 1,25	— 0,56	— 2,8	+ 4,1	......	......	......	NE. 1	0,16
28	570,42	+ 5,58	570,23	570,69	+ 3,73	+ 1,79	+ 2,3	+ 6,7	......	......	......	SO. 1	0,77
29	570,49	+ 5,51	570,33	570,71	+ 6,21	+ 4,11	+ 2,3	+ 9,2	......	......	......	calme	0,11
30	570,02	+ 4,97	569,78	570,24	+ 7,36	+ 5,16	+ 4,7	+12,5	......	......	......	calme	0,51
31	567,90	+ 2,75	567,07	569,01	+ 5,71	+ 3,39	+ 4,0	+ 9,0	......	0,4	1	NE. 1	0,79

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermométrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1863.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	563,62	563,84	563,98	564,05	563,90	563,79	563,72	564,08	564,28
2e »	565,71	566,03	566,14	566,21	566,06	565,96	565,91	566,12	566,28
3e »	564,20	564,31	564,48	564,51	564,47	564,50	564,52	564,57	564,88
Mois	564,50	564,71	564,86	564,91	564,80	564,74	564,71	564,91	565,14
Température.									
1re décade,	— 1°,81	+ 0°,63	+ 1°,50	+ 2°,76	+ 2°,59	+ 1°,90	+ 0°,40	— 0°,46	— 0°,76
2e »	+ 1,19	+ 3,47	+ 4,86	+ 5,51	+ 6,06	+ 6,02	+ 4,02	+ 2,44	+ 1,93
3e »	+ 0,30	+ 2,18	+ 3,73	+ 5,17	+ 5,25	+ 4,35	+ 3,25	+ 1,95	+ 1,76
Mois	— 0,09	+ 2,20	+ 3,37	+ 4,51	+ 4,65	+ 4,10	+ 2,58	+ 1,33	+ 1,00

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade,	— 2,00	+ 3,43	0,81	47,4	220
2e »	+ 0,70	+ 6,94	0,63	24,4	35
3e »	— 0,19	+ 5,75	0,64	22,9	40
Mois	— 0,49	+ 5,38	0,69	94,7	295

Dans ce mois, l'air a été calme 47 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,62 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45°E., et son intensité est égale à 1 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

SUR

LA GRANDE COMÈTE DE 1858.

Annals of the astronomical Observatory etc. (*Annales de l'observatoire astronomique du Collége d'Harvard, à Cambridge, en Amérique.* t. III, 1862, 1 vol. gr. in-4° d'environ 400 pages, avec 51 pl.)

Il y a déjà bien des années que l'observatoire du Collége d'Harvard, à Cambridge, près de Boston, en Amérique, se fait remarquer par l'activité et l'intérêt des travaux astronomiques qui s'y poursuivent. Fondé vers l'année 1843, il a été pourvu, entre autres instruments, d'une des plus grandes lunettes achromatiques sortie des ateliers de Merz à Munich, ayant 22 $^1/_2$ pieds anglais de longueur focale et 15 pouces d'ouverture, montée équatorialement et munie d'un appareil d'horlogerie, qui permet de suivre facilement le mouvement apparent des astres.

Le premier directeur de cet observatoire a été M. William Cranch Bond, né en 1789, et qui, après s'être d'abord occupé d'horlogerie, se voua à l'astronomie depuis l'éclipse totale de soleil dont il fut témoin en juin 1806. Il s'était créé à Dorchester, dans l'État de Massachusetts, un observatoire particulier, qui a été longtemps le plus complet et presque le seul en activité aux États-Unis d'Amérique. La corporation du Collége d'Harvard à Cam-

bridge adopta, en novembre 1839, une proposition de son président, M. Josiah Quincy, d'engager M. Bond à transporter ses instruments dans ce Collége, et telle a été l'origine de l'observatoire, qui a été placé sous l'inspection d'un comité de surveillance, chargé de visiter cet établissement, et de faire sur lui chaque année un rapport au Sénat de l'Université.

M. Bond a été le premier à indiquer une méthode exacte et praticable pour noter les instants des observations astronomiques au moyen d'un circuit galvanique. Il a cherché à appliquer aussi la photographie à l'astronomie. Outre ses travaux de détermination de longitudes et de latitudes, on lui doit beaucoup d'observations intéressantes sur les comètes, les nébuleuses, etc. Il a été le premier astronome qui ait signalé l'anneau intérieur obscur et transparent existant autour de Saturne, et le premier à découvrir le petit satellite *Hypérion* de cette planète. Il est mort le 29 janvier 1859, et une notice sur sa vie a été publiée dans le rapport annuel présenté le 10 février 1860 à la Société astronomique de Londres, dont il était associé honoraire (Voyez les *Monthly Notices* de cette Société, t. XX, p. 118) [1].

M. George Phillips Bond, après avoir longtemps travaillé avec son père, comme astronome adjoint, à l'observatoire de Cambridge, lui a succédé dans la direction de cet établissement depuis le mois de mars 1859. Le beau volume dont je viens rendre ici un compte sommaire, est le résultat d'un travail considérable, uniquement relatif à

[1] On trouvera d'intéressants détails sur MM. Bond et sur leur observatoire, dans le Précis sur l'histoire de l'astronomie aux États-Unis d'Amérique, publié par M. Mailly dans l'*Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles* pour 1860.

la magnifique comète découverte à Florence le 2 juin 1858 par M. Donati, et qui a pu être suivie jusqu'au 4 mars 1859, après avoir été visible à l'œil nu du 19 août au 9 décembre 1858. La publication de ce volume et des nombreuses planches qui l'accompagnent, a eu lieu aux frais d'amateurs et de protecteurs de la science, résidant à Boston ou dans ses environs, dont les noms se trouvent inscrits en tête du dit volume.

M. Bond a exposé, dans une introduction d'une dizaine de pages, le plan qu'il a suivi dans cet ouvrage. Il s'est proposé d'y présenter, d'après l'ensemble des observations faites en diverses parties de la terre, une sorte de monographie des apparences physiques de cet astre, si remarquable par son éclat et ses dimensions, ainsi que par la durée de son apparition et les circonstances favorables à son observation qu'il a présentées. L'auteur a fait usage, pour cet effet, soit des observations et des dessins de cette comète obtenus dans son observatoire, soit de ceux effectués ailleurs, déjà publiés ou manuscrits, dont il a pu prendre connaissance ; et il donne la liste de 87 astronomes dont les documents sur ce sujet lui sont parvenus, au nombre desquels se trouve M. le professeur Plantamour, de Genève.

L'ouvrage actuel est subdivisé en 15 sections, très-inégales en étendue et dont je vais donner ici une analyse rapide.

La première est relative à la figure et à la position de la queue, qui a commencé à être visible le 14 août 1858 : elle a atteint le 10 octobre sa plus grande longueur de 64 degrés, et le lendemain sa plus grande largeur de 18 degrés; elle a promptement diminué depuis et n'a plus été visible depuis le 9 février 1859. Les observations des

différents auteurs sont rapportées textuellement, en langues diverses et par ordre de dates. Entre les citations les plus étendues, se trouvent celles extraites du compte rendu, publié en allemand par M. Winnecke, des observations faites au grand observatoire russe de Poulkova, l'une des stations les plus favorables pour l'observation de cette comète. Ces extraits sont accompagnés de 8 figures sur bois insérées dans le texte, et de 23 gravures sur acier, représentant en blanc sur un fond noir les apparences de la comète à l'œil nu, depuis le 16 septembre jusqu'au 15 octobre, d'après des dessins de M. Bond, gravés avec soin par M. Watts.

La seconde section, beaucoup plus courte que la première, est relative aux *queues secondaires*, ou appendices à la queue principale, qu'a présentées cette comète aussi bien que d'autres. Elles ont principalement consisté en faibles jets, ou rayons presque rectilignes, longs et étroits, qui ont été signalés en quelques stations depuis le 17 septembre, et ont été aperçus pendant un peu plus de trois semaines par un petit nombre d'observateurs seulement.

La troisième section renferme la réduction des observations sur la figure et la position de la queue. Les résultats de la discussion sont représentés dans une série de cartes, donnant les contours normaux de la queue principale, à 24 époques comprises entre le 16 septembre et le 17 octobre, ainsi que l'axe de cette même queue à 17 époques.

La quatrième section est relative aux erreurs probables des observations sur la queue. L'auteur y entre d'abord dans une exposition analytique de la recherche théorique de ces erreurs ; il présente ensuite un tableau détaillé,

par ordre de dates, des différences entre les résultats observés par chaque astronome et les courbes normales, à l'une et à l'autre extrémité de la queue, pour en déduire ensuite les erreurs probables de ces déterminations. Il résulte de cet examen : 1° que, toutes circonstances égales d'ailleurs, les erreurs croissent en proportion de la distance au noyau de la comète, pour des points qui n'en sont pas très-voisins ; et cela tient probablement à l'accroissement de la diffusion de la lumière qui a lieu à mesure qu'on s'éloigne du noyau ; 2° que les erreurs croissent progressivement avec le temps écoulé depuis le commencement des observations. M. Bond croit que cela vient d'un plus grand rapprochement de la terre, et, après le passage au périhélie, de la dissipation de la nébulosité de la queue et de son moindre éclat. A une distance de 10° du noyau, les erreurs sont comprises entre $\pm$ 3',4 le 30 septembre et $\pm$30',5 le 17 octobre.

La cinquième section est relative à une déviation dans la partie supérieure de la queue, qui a eu lieu dans la première quinzaine d'octobre et qui est représentée dans deux planches. La déviation de l'axe de la lumière a été de 6 à 7 degrés vers le 8 octobre à l'extrémité de la queue. La sixième section décrit la structure de la queue en forme de colonne, ou la division de sa partie supérieure en bandes alternativement obscures et brillantes, disposées transversalement à l'axe. La septième, fort courte, de même que les deux précédentes, comprend la réduction des observations relatives aux queues secondaires.

La huitième section, qui a 141 pages, est relative aux enveloppes et au noyau de la comète observés télescopiquement ; elle est accompagnée de 20 gravures sur acier, représentant la comète en blanc sur un fond noir. Les

citations comprises dans cette section proviennent de 51 stations et de 71 observateurs. Leur comparaison fait ressortir des différences d'appréciation, qui tiennent, soit à celle provenant de la diversité des instruments employés et dont l'indication détaillée est placée en tête de la section, soit à la durée plus ou moins prolongée des observations, et aux interruptions provenant d'un ciel nébuleux ou d'autres circonstances. C'est le 11 septembre qu'on a vu les premières traces d'une éruption de lumière provenant de la partie du noyau située du côté du soleil, et se recourbant en arrière pour former les deux branches de la queue. Le 20, un arc obscur interposé entre le noyau et le soleil a indiqué la formation de la première enveloppe.

On trouve, à la fin de cette même section, des observations de diverse nature non comprises dans les précédentes, et en particulier celles relatives à l'éclat de la comète et à la polarisation de sa lumière. Cette polarisation a été constatée par divers observateurs, et l'un d'eux, M. Liais, qui l'a observée au Brésil, en a conclu (*Comptes rendus*, t. 48, p. 627) que la comète ne possédait pas de lumière propre sensible, mais seulement de la lumière du soleil réfléchie.

La neuvième section est relative au contour de la tête de la comète. La discussion est basée sur 123 esquisses diverses, comprises entre le 3 septembre et le 18 octobres ; elles ont été combinées pour former 15 courbes normales, représentées dans les planches 47 et 48. Après l'examen qui a été fait des largeurs de ce contour à différentes distances du sommet, résultant d'observations télescopiques, M. Bond a constaté que la surface limite de la tête de la comète ressemblait beaucoup à celle qui

serait engendrée par la révolution d'une courbe caténaire ou *chaînette* autour de son axe vertical, la distance du noyau au sommet étant à peu près le quart de la largeur de la courbe au point de l'axe où la distance au sommet est égale à la dite largeur. Il signale comme digne de remarque, que, quoique, dans l'intervalle des courbes normales de la planche 47, la direction de la ligne de vision ait changé de près d'un angle droit, et que la terre ait parcouru pendant ce temps un arc d'environ 121 degrés autour du rayon vecteur de la comète, la forme du contour apparent de la tête et la position du noyau relativement au sommet en ont été à peine affectés.

La section 10 a pour objet l'examen des phénomènes relatifs aux branches de la queue et à l'espace obscur dans sa partie centrale. Le 24 août, la branche droite était déjà la plus lumineuse, et cet excès s'est accru jusqu'au passage de la comète à son périhélie, qui a eu lieu le 30 septembre. Entre le 4 et le 10 octobre, la branche gauche a été relativement la plus brillante; sa lumière n'a pas été du moins inférieure à celle de l'autre branche, et les enveloppes étaient décidément plus lumineuses du même côté. Depuis le 20 septembre, une zone obscure a séparé les deux branches, en laissant celle de droite plus large que l'autre. Cette zone s'est élargie graduellement et est devenue moins distincte. Son élargissement et le rapprochement de la comète de la terre à cette époque ont occasionné, à travers la lunette, une apparence d'accroissement de divergence dans les branches de la queue. Il s'est formé de plus un canal obscur beaucoup plus étroit, allant presque jusqu'au noyau, et qui n'a pas été généralement distingué de la zone obscure.

Quelques remarques ont été ajoutées à cette section sur les branches de la queue de la grande comète de 1860, et 9 dessins en ont été donnés dans les planches 50 et 51.

La grandeur du noyau, et la quantité de lumière émise par lui et par la tête de la comète, forment le sujet de la onzième section de ce volume. Le diamètre de la partie solide du noyau doit, selon M. Bond, avoir été moindre de 500 milles anglais. L'accroissement de volume à de plus grandes distances de la terre et du soleil, qu'indiquent clairement les observations, était probablement l'effet de l'épaisse brume nébuleuse qui l'entourait et qui empêchait de voir ses vraies limites. La production de chaque nouvelle enveloppe donnait lieu à un changement de diamètre, qui peut s'expliquer de la même manière d'après M. Bond.

Le principal éclat de la tête de la comète étant toujours disposé du côté du noyau dirigé vers le soleil, les observations de sa position doivent se rapporter à un point plus voisin du soleil que le noyau réel, et on peut croire que cela a lieu du plus au moins pour toutes les comètes. Le 2 octobre, époque du *maximum* d'éclat de la tête de la comète, cet éclat était 6300 fois plus grand que le 15 juin, et il surpassait 33 fois celui calculé par la formule ordinaire du produit de l'inverse des carrés des distances au soleil et à la terre. On peut attribuer cette différence à une augmentation de la surface réfléchissante de la comète. Elle serait plus grande encore si on y ténait compte de la lumière transmise provenant de la queue. La proportion de lumière concentrée dans le noyau télescopique était à son *maximum* avant l'évolution des enveloppes. Le 19 août, elle comprenait un tiers de toute

la lumière, mais vers l'époque du *maximum* d'éclat général, cette proportion était réduite à un 60me, et peut-même à un 250e.

La douzième section est relative aux phénomènes que présentent les enveloppes. L'un des plus importants est leur succession régulière et l'émission ou expansion continuelle qui s'est produite en dehors du noyau. Pour établir ce fait, M. Bond a d'abord discuté et coordonné les mesures effectuées dans son observatoire, et cela lui a servi pour examiner et contrôler ensuite celles faites ailleurs. Il est parvenu ainsi à obtenir entre elles, en général, un accord satisfaisant. Sept enveloppes distinctes ont été reconnues par lui et leur histoire a été partiellement décrite. Les mesures de chaque enveloppe ont été réduites à une série de valeurs normales, qui ont été finalement rapportées à l'unité de distance relativement à la terre, Celles qui se rapportent au sommet du contour, manifestent une tendance à une diminution d'ascension à de plus grandes distances du noyau. L'espèce de pression exercée par les enveloppes intérieures sur les extérieures paraît due, d'après les mesures successives, à une diminution progressive dans la vitesse d'expansion pour chaque enveloppe. La période comprise entre la production des enveloppes a varié irrégulièrement entre 4 jours 16 heures et 7 jours 8 heures.

Les enveloppes ont d'abord présenté de la diversité dans leur aspect, mais à mesure qu'elles se développaient, elles tendaient à se conformer à un type normal, la lumière étant disposée plus également et le contour étant plus symétrique. Pendant les premiers jours, la surface était fermée du côté opposé à celui de la direction du soleil, quoiqu'elle fût ça et là pénétrée par des courants

sortant latéralement et faisant irruption dans la queue. A mesure que l'enveloppe s'étendait, la décharge devenait générale, mais toujours beaucoup plus considérable à l'extérieur, formant ainsi les branches asymptotiques au-dessous du noyau. Lorsque l'enveloppe était complétement formée, la courbe du côté du soleil était presque circulaire, de part et d'autre de l'axe, jusqu'à 60 ou 80 degrés. C'était là primitivement la région la plus brillante et la mieux terminée, mais c'était aussi la première à s'évanouir, sa matière étant évidemment transportée vers le bord extérieur au-dessous du parallèle du noyau, ce bord étant encore longtemps visible après la disparition des parties supérieures, et étant finalement entraîné dans la queue. Ce mode de dissipation fournit une explication suffisante de la formation des branches de la queue, qui sont simplement la continuation des premières enveloppes, mêlées ensemble et ne pouvant être distinguées les unes des autres que près du noyau. D'après cette idée, la partie creuse et obscure de l'axe correspond à la région qui n'a pas été pleinement fournie de la matière formant les enveloppes, à l'époque où leurs surfaces extérieures étaient fermées en tout ou en partie.

Plusieurs des enveloppes, vues à travers les lunettes, ont présenté des taches noires correspondant à des ouvertures dans le corps de l'enveloppe, et qui se sont maintenues plusieurs jours à peu près à la même place. On a constaté aussi dans ces mêmes enveloppes des parties plus brillantes que d'autres. L'étude de ces phénomènes, d'après ses propres observations et celles d'autres astronomes, a amené M. Bond aux conclusions suivantes :

1° La distribution intérieure de la substance des enveloppes se maintient en permanence longtemps après leur sortie du noyau.

2° Leur aspect diversifié, et spécialement l'isolement des masses brillantes, ne peuvent être un simple effet optique, produit par l'intersection ou la séparation de courants de matière lumineuse passant continuellement du noyau dans la queue.

3° La direction, à peu près permanente, maintenue par les taches relativement à l'axe de la queue, prouve qu'il n'y a pas d'autre rotation sensible des enveloppes, que celle qui leur conserve toujours le même aspect par rapport au soleil.

4° Il n'y a pas eu dans la grande comète de 1858 de mouvement oscillatoire sensible, de la nature de celui de la comète de Halley, tel qu'il a été décrit par Bessel.

5° La répétition des taches, des rayons et d'autres particularités de structure dans les enveloppes successives, presque dans la même direction, est une forte indication que le noyau lui-même maintient à peu près constamment le même aspect à l'égard du soleil, sans autre rotation sensible que celle résultant de cette condition et sans oscillation. Ce fait s'accorde bien, d'ailleurs, avec l'idée suggérée par Bessel de l'action de forces polaires sur le noyau.

M. Bond est revenu, tout récemment, sur la question de la durée de la succession des enveloppes de la grande comète de 1858, dans un petit mémoire, daté du 7 avril 1863, qui a paru dans le n° 1420 des *Astr. Nachr.*, à l'occasion d'une communication, sur ce même sujet, de M. Jules Schmidt, directeur de l'observatoire d'Athènes, en date de Vienne 10 décembre 1862, insérée dans le n° 1399 du même recueil. M. Schmidt, après avoir pris connaissance de l'ouvrage de M. Bond, présente le résultat de ses propres observations du développement des sec-

teurs lumineux émanant du noyau de cette comète, faites à Vienne du 29 septembre au 17 octobre, souvent dans la même nuit pendant un grand nombre d'heures consécutives, avec une lunette de Plössl de deux pieds de longueur focale seulement. Il fait voir qu'elles s'accordent avec les observations du même genre, mais bien moins nombreuses, de MM. Mædler et Winnecke, pour indiquer une grande vitesse dans l'émission de la matière lumineuse hors du noyau de la comète. Il évalue cette vitesse à environ 400 pieds par seconde, et il arrive à la conclusion que les enveloppes se succédaient dans un intervalle de 4 ou 5 heures, au lieu de 5 à 7 jours.

M. Bond n'adopte pas cette conclusion; il compare d'abord entre elles les observations de MM. Mædler et Winnecke avec celles de M. Schmidt, et il fait voir qu'elles présentent souvent de grandes différence d'appréciation, qui peuvent tenir, en partie du moins, à celle de la force optique des instruments. Il compare aussi les valeurs normales obtenues par lui avec celles de MM. Mædler et Winnecke, et trouve, dans le plus grand nombre des cas, des différences beaucoup moindres que les précédentes. Il montre, enfin, que les observations mêmes de M. Schmidt, en les groupant convenablement, peuvent servir à confirmer les déductions tirées par M. Bond de l'ensemble des observations relatives à la production successive des enveloppes.

Il est évident que, sur une question délicate, controversée entre deux astronomes fort expérimentés, je dois me borner au simple rôle de rapporteur, en renvoyant, pour plus de détails, aux deux mémoires cités plus haut.

La douzième section de l'ouvrage de M. Bond est terminée par une notice sur la formation des enveloppes de

la troisième comète de 1860 et de la seconde de 1861, telles qu'elles ont été observées par lui, pendant deux semaines pour la première de ces comètes et pendant quatre semaines pour la seconde. Cette dernière a présenté une succession de onze enveloppes, s'élevant tous les deux jours à intervalles réguliers. Leur développement et leur dissipation finale ont été beaucoup plus rapides que ceux de la comète de 1858. Ces enveloppes ont conservé une direction constante relativement à l'axe de la queue, ce qui confirme les conclusions précédentes sur la non-existence d'oscillations perceptibles du noyau. « Il semble probable, dit M. Bond, que la réaction résultant de l'éruption des jets et des secteurs devrait produire des oscillations dans la masse entière, mais les trois comètes dont il s'agit n'en ont pas présenté de traces distinctes. »

Cette section est accompagnée d'une grande planche lithographique n° 41, contenant 141 petits dessins télescopiques, ombrés en noir sur un fond blanc, représentant le noyau et la tête de la comète de 1858, tels qu'ils ont été vus et esquissés, du 24 août au 23 octobre, par un grand nombre d'astronomes, avec l'indication de la date et du lieu de l'observation. Elle renferme aussi une planche gravée sur acier représentant la troisième comète de 1860.

Les sections 13 et 14 sont fort courtes ; la première est relative à une sorte de faible voile nébuleux extérieur, observé seulement par un petit nombre d'astronomes autour de la comète de 1858, et qui est représenté dans la planche 49. Ce voile a été observé aussi pendant deux jours dans la troisième comète de 1860, et il est figuré dans les planches 50 et 51. La quatorzième section a pour objet une légère déviation de l'axe initial de la queue de

la comète de 1858, hors de la direction du prolongement du rayon vecteur.

La quinzième et dernière section renferme, sous forme de conclusion, un résumé succinct de toutes les précédentes; et j'y ai puisé la plupart des détails précédents. Je n'ai pu donner ainsi qu'un simple aperçu général du contenu de ce grand et bel ouvrage, et il y aurait, sans doute, bien des documents intéressants à en extraire, pour le choix desquels le temps et l'espace m'ont manqué. C'est, je crois, le premier exemple d'un travail aussi considérable, publié par un astronome, sur l'ensemble des observations faites en divers pays des apparences physiques d'une seule comète; et ce travail restera comme un monument du zèle déployé à cette occasion par les observateurs, et comme un dépôt précieux, où l'on pourra toujours puiser les renseignements relatifs à cet astre. M. Bond s'est borné, dans cet ouvrage, à une exposition détaillée et méthodique de tous les phénomènes observés, d'après des documents originaux rapportés textuellement, de manière à présenter une sorte d'histoire authentique de l'apparition de cet astre remarquable, et à fournir ainsi de nouvelles données pour la recherche des lois de la constitution physique de ces corps. Il ne s'est livré, en général, à aucun développement hypothétique, mais il a cherché, cependant, à tirer les conséquences immédiates des faits observés, sous le rapport théorique; et il a clairement indiqué, entre autres, que ces faits paraissent confirmer les idées émises par Bessel, sur l'existence dans le soleil d'une force polaire répulsive, agissant sur la matière qui forme la queue des comètes.

M. Bond n'a pas introduit dans son ouvrage de section

relative au calcul des éléments de l'orbite de cette comète, et il semblerait, cependant, naturel qu'il l'eût fait, pour compléter son étude sur cet astre. Cette omission tient probablement à l'étendue qu'avait déjà la partie purement descriptive, qu'il regardait avec raison comme la plus importante à publier en détail, à cause des nombreuses planches qui l'accompagnent.

L'observatoire du Collége d'Harvard ne possédant pas de fondation dont les revenus soient spécialement affectés aux frais de son entretien, ses administrateurs se sont fréquemment trouvés dans l'embarras pour y pourvoir. Mais le plus souvent, comme dans le cas actuel, ce sont des particuliers qui sont venus généreusement à leur aide sous ce rapport. C'est M. Josiah Quincy, de Boston, qui a fourni les fonds nécessaires pour l'impression des trois volumes in-4° des *Annales de l'Observatoire* déjà publiés, et c'est aux frais de vingt-quatre autres personnes que les 51 planches du troisième de ces volumes ont été gravées et tirées. M. Bond cite spécialement, parmi ces derniers bienfaiteurs de son observatoire, M. J. Ingersoll Bowditch, comme ayant essentiellement contribué à la publication de ce volume par son intérêt actif et ses encouragements, à une époque d'agitation politique et financière particulièrement défavorable. La plupart des jeunes astronomes adjoints à l'établissement y travaillent sans recevoir de rémunération pécuniaire.

M. Bond rédige chaque année, sur l'état et les travaux accomplis dans son observatoire, un rapport qui se publie avec celui des surveillants de l'établissement. Il a bien voulu me faire parvenir les trois derniers de ces rapports imprimés, en même temps que le troisième volume des *Annales*, et on y trouve de nombreuses preuves du zèle

et du dévouement scientifique du directeur et de ses adjoints. J'ai déjà eu l'occasion de faire mention de plusieurs de leurs travaux dans mes notices astronomiques précédentes. Je citerai seulement, en passant, ceux de M. Bond sur la nébuleuse d'Orion et sur la comparaison photométrique de l'éclat du soleil, de la lune et de quelques planètes et étoiles brillantes; les observations et les calculs d'éléments d'orbites de comètes et de petites planètes dus à MM. Safford, Hall et Tuttle; la détermination des perturbations et de la masse d'Uranus, ainsi que des irrégularités du mouvement propre de Sirius en déclinaison, et la construction d'un catalogue d'étoiles zénithales par M. Safford; la découverte des petites planètes Maia et Clytie, de la troisième comète de 1861 et de la seconde de 1862, faite par M. Tuttle. Il faut ajouter à cette liste de travaux, ceux relatifs à des explorations du ciel par zones, à des déterminations géographiques américaines et à de nombreux essais d'application de la photographie à l'astronomie[1].

C'est avec une lunette achromatique de 18 $^1/_2$ pouces d'ouverture, construite par M. Clark, de Cambridge-port près de Boston, que cet habile artiste a le premier cons-

[1] Je ne dois pas omettre de citer ici deux mémoires, déjà un peu anciens, publiés dans le *Journal astronomique américain* par M. George Bond, pendant qu'il était Adjoint de son père. Le 1er, qui a paru en juillet 1850 dans le numéro 13 du premier volume de ce journal, est un travail sur la grande comète de 1844, où l'auteur arrive, après la correction des premiers éléments d'après l'ensemble des observations, à une orbite décidément hyperbolique. Le 2^{d}, publié au commencement du volume II, en même temps que l'annonce de la découverte du nouvel anneau intérieur de Saturne, découverte faite le 11 novembre 1850 par M. Bond le père, est un mémoire théorique

tatė, au commencement de 1862, l'existence d'une étoile satellite près de Sirius. M. Bond exprime, dans son dernier rapport, le désir bien naturel que ce bel objectif, dont la force optique surpasse de moitié, à ce qu'il dit, celle des plus grandes lunettes de ce genre déjà construites, soit établi dans son observatoire. Espérons que la déplorable guerre, qui désole maintenant la nation anglo-américaine, cessera bientôt, et que l'activité de ses astronomes pourra se diriger, avec d'autant plus d'ardeur, vers le champ illimité de recherches et de découvertes scientifiques, où ils se sont déjà si fort distingués depuis quelque temps. Alfred GAUTIER.

sur l'anneau de Saturne, où M. G. Bond fait voir que l'hypothèse d'après laquelle l'anneau entier serait à l'état fluide, ou tout au moins dans un état de faible cohésion, présenterait pour un équilibre stable de moindres difficultés que celle d'un état solide, par ce qu'on pourrait supposer alors un flux de particules, allant de l'intérieur à l'extérieur, qui maintiendrait la force centrifuge en équilibre avec les autres forces. Il se pourrait alors que les bords intérieurs et extérieurs n'eussent pas la même période de rotation autour de la planète, et qu'il y eut aussi dans les anneaux des subdivisions occasionnelles et momentanées, disparaissant ensuite avec les causes perturbatrices qui y auraient donné lieu, ce qui rendrait raison des alternatives observées dans le nombre des subdivisions des anneaux.

DE LA

PERCEPTION DES SONS

ENVISAGÉE COMME

BASE DE LA THÉORIE DE LA MUSIQUE

PAR

M. LE PROF. H. HELMHOLTZ.[1]

Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik. — In-8° Brunswick 1863

M. Helmholtz a récemment publié la relation de recherches acoustiques qu'il poursuit depuis longtemps, et dont nous allons indiquer le point de vue. On ne peut nier qu'il n'y ait des points de contact intimes entre l'acoustique physique, l'acoustique physiologique et l'art musical. Le physicien étudie les phénomènes se passant chez les corps, lorsqu'ils sont animés des mouvements vibratoires qui sont la cause du son ; mais pour arriver à en reconnaître les lois, il utilise fréquemment la sensation que les ondes sonores déterminent dans l'oreille. Le physiologiste re-

[1] L'auteur de l'ouvrage très-remarquable dont nous nous proposons de rendre compte, a bien voulu nous faciliter cette tâche, en nous montrant quelques-unes de ses expériences et en consentant même à revoir avec nous le manuscrit de cet article.

L. S.

cherche quel est le jeu de l'organe de l'ouïe excité par ces mêmes vibrations. Enfin le musicien fait naître en nous des impressions artistiques en produisant et en combinant ces mouvements qu'étudie le physicien, et que nous percevons par l'intermédiaire de l'oreille, dont le physiologiste s'efforce de découvrir le mécanisme. Ce sont les questions mixtes qui touchent à la fois à ces trois branches de nos connaissances, que l'auteur a eu plus particulièrement l'intention d'élucider. Comment peut-on expliquer les différences de timbre des sons, et comment l'oreille arrive-t-elle à les percevoir? Pourquoi la production simultanée de certains sons produit-elle sur nous une impression agréable, tandis que d'autres combinaisons développent une sensation pénible? Quels sont les principes physiques ou physiologiques sur lesquels reposent les règles que l'on suit dans la musique? Tels sont quelques-uns des problèmes principaux qui sont traités dans l'ouvrage dont nous nous proposons de donner une analyse.

Un son musical est produit par une série de vibrations régulières et périodiques qui se propagent dans l'air, tandis qu'un bruit résulte de vibrations confuses. Un son musical est caractérisé par trois qualités : l'intensité, la hauteur et le timbre.

L'intensité dépend de l'amplitude des oscillations : plus les molécules dans leur mouvement vibratoire s'écartent de leur position d'équilibre, plus le son est fort. — La hauteur du son est reliée à la rapidité des vibrations : plus leur nombre dans l'unité de temps est petit, plus le son est grave ; et plus ce nombre est grand, plus le son est aigu. — Ce sont là des faits connus depuis longtemps et qui ont été assez complétement étudiés.

Quant au timbre, les causes qui le font varier étaient restées beaucoup plus obscures. On avait bien l'idée que les différences de timbre ont leur origine dans le mode d'oscillation, dans la forme des vibrations; mais on n'était pas arrivé à s'en rendre clairement raison. Cette étude et cette explication constituent l'une des parties les plus importantes de l'ouvrage de M. Helmholtz. Nous allons essayer de faire comprendre la théorie de l'auteur, ce qui nous amènera à exposer un assez grand nombre de faits, dont la connaissance, du reste, sera nécessaire pour l'intelligence des parties suivantes

On peut supposer les corps sonores animés de toute sorte de mouvements vibratoires, mouvements qui se transmettent aux molécules d'air et se propagent sous la forme d'onde. On peut supposer, par exemple, des oscillations suivant les lois bien connues du pendule : dans ce cas les molécules prendront autour de leur position d'équilibre un mouvement symétrique de va et vient qu'il est facile de concevoir. Mais il peut arriver aussi que, sans que la durée ni l'amplitude des oscillations soient changées, le mouvement soit tout différent de ces vibrations *pendulaires* : ainsi, les molécules pourraient s'éloigner lentement de leur position d'équilibre pour atteindre un certain maximum d'écartement, à partir duquel elles reviendraient rapidement en arrière. On pourrait concevoir l'inverse; en un mot, il y a une infinité de modes de vibrations possibles.

On peut commodément représenter ces divers mouvements par des courbes graphiques, en prenant pour abscisse le temps, et pour ordonnée la distance positive ou négative dont le point vibrant est écarté de sa position

d'équilibre. A chaque mode de vibration correspond une courbe différente, et de la forme de ces courbes ou, comme on dit, de la forme des vibrations, doit dépendre le timbre. C'est-là ce qu'on admettait, mais sans aller beaucoup plus loin que cette vague conception.

Pour arriver à quelque chose de plus précis, nous devons rappeler ici, qu'étant donné un son fondamental résulvons d'un certain nombre de vibrations, on appelle sons harmoniques les sons qui proviennent d'un nombre de vibrations double, triple, quadruple, etc. On sait que beaucoup d'instruments de musique ne produisent jamais un son unique, mais qu'outre la note principale, on entend simultanément un certain nombre des sons harmoniques du son fondamental C'est le cas, par exemple, des instruments à cordes, et il n'est pas nécessaire d'avoir une oreille très-exercée pour le reconnaître; ainsi en frappant une seule touche d'un piano, on arrive à distinguer plus ou moins aisément, non-seulement la note qui correspond à la vibration de la corde entière, mais aussi les sons harmoniques correspondant aux vibrations de la corde divisée en deux parties, trois parties, quatre parties, etc. — Si c'est l'ut_2 qui est le son fondamental, les sons harmoniques seront :

Ut_3 résultant d'un nombre de vibrations double de l'ut_2			
Sol_3	»	triple	»
Ut_4	»	quadruple	»
Mi_4	»	quintuple	»
Sol_4	»	sextuple	»
etc.			

Ces sons sont plus ou moins faciles à distinguer ; certains instruments ne les donnent pas tous ; il y a à cet égard une grande variété. Mais en général on peut dire qu'un

son est composé d'un certain nombre de *sons partiels*, qui sont le *ton fondamental* et quelques-uns des *sons harmoniques supérieurs.*

G.-S. Ohm a le premier avancé qu'il n'y a qu'une seule forme de vibration dont le son soit dépourvu d'harmoniques supérieurs, c'est-à-dire qui soit composée seulement du ton fondamental sans autres sons partiels. Cette forme de vibrations, c'est celle dont nous avons déjà parlé plus haut, celle de vibrations analogues aux oscillations du pendule : nous lui donnerons, pour abréger le discours, le nom de *vibration pendulaire.*

Le diapason ordinaire produit à peu de chose près des vibrations de cette nature : si l'on fait résonner un diapason, après avoir fixé à l'extrémité de l'une des branches une petite pointe disposée de manière à frotter légèrement sur une feuille de papier recouverte de noir de fumée, et si l'on fait mouvoir rectilignement et uniformément la feuille de papier, tandis que le diapason ne change pas de position, la pointe trace un dessin qui est la courbe représentant le mouvement du diapason; il est facile d'y reconnaître la forme pendulaire[1].

Nous savons que le timbre dépend de la forme des vibrations, car il est clair que c'est là le seul élément disponible qui puisse servir à expliquer les différences de timbre, puisque la durée des vibrations détermine la hauteur, et leur amplitude l'intensité du son. Or si le principe de Ohm est exact, de la forme des vibrations dépend aussi l'existence de sons supérieurs : toute vibration

[1] Cette forme est caractérisée mathématiquement parce que l'écartement du point vibrant de sa position d'équilibre, est proportionnel au sinus du temps compté de telle manière que la durée de la période représente une circonférence entière.

autre qu'une vibration pendulaire produira un son accompagné de sons harmoniques, par conséquent un son composé. Nous nous trouvons donc en face de cette question : *Jusqu'à quel point les différences de timbre reposent-elles sur les diverses combinaisons du ton fondamental avec divers tons supérieurs, et sur l'intensité relative de ces tons partiels?* C'est de la solution de cette question que nous allons nous occuper, et l'on verra que cet examen conduit à l'explication de la cause du timbre, qui jusqu'ici était restée énigmatique.

Dès à présent nous désignerons par l'expression de *ton* ou *son simple* exclusivement le résultat d'une vibration pendulaire, en laissant au mot *son* sa signification générale.

Pour arriver à bien saisir l'effet que produit la combinaison de sons simultanés sur l'organe de l'ouïe, et pour rendre plus claire et plus positive l'interprétation de la règle de Ohm, nous devons remarquer d'abord que soit l'analyse mathématique, soit l'analogie avec d'autres mouvements vibratoires, conduisent au principe suivant. Quand plusieurs corps sonores déterminent simultanément des vibrations dans l'air qui les environne, les variations de densité, les vitesses et les déplacements des molécules d'air en un point quelconque, sont respectivement égaux à la somme algébrique des variations de densité, des vitesses et des déplacements, que chaque onde sonore prise à part aurait donnés à ces molécules. Cela revient à dire que les ondes sonores coexistent et se superposent sans se troubler. Il y a là quelque chose de tout à fait analogue aux ondulations qui se propagent à la surface de l'eau sans se confondre. L'œil distingue

facilement ce dernier phénomène ; mais pour les ondes sonores, l'oreille est dans des conditions moins favorables, car elle ne peut saisir et distinguer à la fois l'ensemble des ondes. En effet, le conduit auditif par lequel nous percevons le son, a des dimensions si petites relativement à la longueur d'onde des sons perceptibles, que l'on peut le considérer comme un point. L'oreille frappée par plusieurs mouvements vibratoires ne sera donc affectée que par des changements dans la variation de densité, dans la vitesse et dans le déplacement des molécules correspondant à un seul point : elle n'est pas apte à distinguer la direction ni la forme d'ensemble des ondes.

Toutefois, malgré cette infériorité comparativement à l'œil, on sait que l'oreille est parfaitement capable de reconnaître cette superposition des ondes : on peut entendre plusieurs sons à la fois sans les confondre. Mais ici il faut distiguer deux cas.

Pour qu'il y ait production d'un son musical, il faut que les vibrations soient périodiques, et que leur période soit assez courte pour rester en deçà d'une certaine limite au delà de laquelle le son n'est plus perceptible. — Si, en premier lieu, les durées de vibration de deux ou plusieurs corps sonores ne sont pas dans un certain rapport simple, le mouvement résultant dans le conduit auditif ne sera pas périodique, ou la période sera trop longue. Alors l'oreille entendra des bruits ou des sons distincts. C'est ce qui arrive le plus communément quand les sons se mélangent au hasard. L'expérience prouve que l'oreille a, dans ces conditions, une grande facilité à distinguer les sons les uns des autres. — Mais, en second lieu, il peut arriver que le mouvement résultant de deux ou plusieurs

sons soit encore périodique, et de période courte ; c'est ce qui arrive quand les sons qui se mêlent ont un nombre de vibrations multiple exact et simple, du nombre de vibrations de l'un d'entre eux; ou, en d'autres termes, si ces sons forment les harmoniques de l'un d'entre eux, que l'on peut considérer comme ton fondamental. Il tes facile de concevoir que la période sera alors celle du son le plus grave, pris comme ton fondamental, et que les autres sons n'auront d'autre effet que de modifier la forme de la vibration. Dans ce cas l'oreille distingue-t-elle les sons, ou les confond-elle? L'expérience montre qu'elle peu les résoudre, mais bien moins facilement que dans le cas précédent.

Prenons, par exemple, deux diapasons à l'octave l'un de l'autre et faisons-les résonner : nous produisons deux vibrations pendulaires qui se combinent et déterminent une vibration périodique résultante, dont il est facile de se représenter graphiquement la forme, forme variable suivant la phase des deux vibrations composantes l'une par rapport à l'autre. Dans ces conditions l'oreille distingue les deux sons, particulièrement si l'un des diapasons a commencé à vibrer avant l'autre. — Mais cette forme de vibration résultant de la combinaison de deux vibrations pendulaires émanant de deux corps sonores différents, on peut aussi la produire avec un seul instrument ; le calcul, en effet, permet de démontrer qu'un seul tuyau d'orgue ouvert et peu large, donne directement une forme de vibration presque identique à celle de la résultante des deux vibrations pendulaires, lorsque celles-ci présentent une certaine différence de phase déterminée. Ainsi, en fait, il n'y a pas de différence sensible pour l'oreille entre le son produit par les deux dia-

pasons et le son produit par le tuyau d'orgue ; elle n'aurait aucun moyen de reconnaître leur origine diverse, si elle n'était pas facilitée par le fait que l'on peut faire vibrer l'un des diapasons avant l'autre de manière à fixer l'attention, et si le son du tuyau n'était pas accompagné d'un certain bruissement de l'air caractéristique et non musical. En réalité, l'oreille entend les deux sons dans les deux cas, elle distingue, quoiqu'un peu difficilement, que le son du tuyau d'orgue est formé de deux sons partiels. Ainsi, dans ce cas simple, notre organe de l'ouïe décompose une vibration complexe en deux vibrations pendulaires qui produisent chacune un son simple, suivant la règle de Ohm.

Mais le phénomène peut être beaucoup plus compliqué : il est susceptible d'une infinité de modifications. Pour comprendre ce qui se passe alors, nous devons rappeler un théorème de Fourier qui, appliqué à l'objet dont nous nous occupons, permet de considérer comme mathématiquement démontré que : *Une forme quelconque de vibration régulière et périodique, quelque compliquée qu'elle soit, peut toujours être produite par une somme de vibrations pendulaires, dont les durées de période sont une fois, deux fois, trois fois, quatre fois, etc., plus petites que la durée de la période de la vibration que l'on considère ;* et que de plus : *Cette décomposition en vibrations pendulaires ne peut s'effectuer que d'une seule et unique manière.* Ce théorême, combiné avec la règle de Ohm, amène donc à conclure que tout mouvement vibratoire de l'air dans le conduit auditif, et correspondant à un son musical, peut toujours, et chaque fois d'une seule manière. être produit par la superposition d'un certain nombre de vibrations pendulaires qui correspondent aux tons partiels harmoniques de ce son.

Nous allons voir que ce théorème de Fourier n'est pas une simple fiction mathématique commode seulement pour le calcul, mais qu'il présente une réalité physique, et en particulier que cette décomposition d'une vibration complexe en vibrations pendulaires, se manifeste naturellement par certains phénomènes complétement indépendants de notre organe de l'ouïe.

On sait que lorsqu'un corps quelconque vibre en donnant une certaine note, les autres corps sonores voisins, susceptibles de rendre la même note, entrent aussi en vibration. Il se produit de cette manière des sons concomitants, et l'on peut citer de nombreux exemples de cette communication du mouvement vibratoire. Ainsi, si deux cordes de violon sont accordées à l'unisson, il suffit de faire résonner l'une d'elles, pour qu'au bout de peu d'instants, on voie l'autre s'ébranler également : de même encore, si l'on donne avec la voix une note près d'un piano ouvert dont on a soulevé les étouffoirs, la corde à l'unisson avec la note que l'on chante, vibre et rend un son qui se prolonge même après que la voix a cessé de se faire entendre. Les différents corps sont plus ou moins aptes à produire ce phénomène : ceux dont la masse est considérable, comme les diapasons, reçoivent difficilement le mouvement par communication : au contraire, ceux dont la masse est légère, comme les membranes, sont rapidement ébranlés.

Prenons, par exemple, une bouteille dont on a enlevé le fond pour le remplacer par une membrane telle qu'une feuille mince de caoutchouc. Cet appareil est susceptible d'entrer en vibration à la manière d'un tuyau d'orgue, et il rend alors une certaine note, par exemple le

fa_2. Si l'on produit dans le voisinage au moyen d'un instrument quelconque la même note fa_2, la bouteille recevra le mouvement vibratoire par communication, et la membrane qui en forme le fond sera ébranlée. Pour rendre ce mouvement plus facilement visible, on couche la bouteille de manière que la lame de caoutchouc soit verticale, et l'on adapte un petit pendule formé d'une boule légère qui appuie contre la membrane et qui est suspendue à un fil fin. Dès que l'air contenu dans la bouteille, et par conséquent aussi la membrane, entre en vibration, le pendule est violemment chassé et accuse ainsi très-nettement le mouvement vibratoire. — Or quand on produit un son sur un instrument voisin, ce n'est pas seulement quand le ton fondamental de ce son est un fa_2 que l'on voit la membrane se mettre en mouvement ; cela a lieu aussi toutes les fois que le fa_2 constitue l'un des tons partiels de ce son, et cela soit que l'existence de ce son partiel soit indiquée par le calcul d'après le théorême de Fourier, soit qu'on le reconnaisse directement à l'oreille[1].

Un autre appareil qui présente quelque rapport avec le précédent, mais que nous devons décrire parce qu'il constitue un instrument de recherches précieux dans un grand nombre de cas, est celui auquel M. Helmholtz donne le nom de *résonnateur*. Il se compose d'un ballon de verre muni de deux tubulures ; l'une d'entre elles est large, tandis que l'autre est plus étroite et à peu près

[1] Il peut arriver que la membrane soit ébranlée, quoique faiblement, par un son fondamental ou partiel autre qu'un fa_2 et correspondant à un son supérieur de l'appareil lui-même qui peut avoir plus d'un son propre. Mais il est facile de reconnaître si ce cas se présente.

de la dimension de l'orifice de l'oreille auquel il doit s'adapter. Pour rendre cet ajustement plus hermétique, on enduit la tubulure de cire à cacheter, et pendant que la cire est encore molle on applique la tubulure à l'orifice de l'oreille, dont la cire prend et conserve la forme après sa solidification. L'air contenu dans cet appareil est susceptible de prendre un mouvement vibratoire déterminé, dépendant des dimensions du ballon : nous l'appellerons le son propre du résonnateur. Toutes les fois que l'on produira dans le voisinage une note de hauteur égale à ce son propre, le mouvement se communiquera au résonnateur. Cet instrument, appliqué à l'oreille, constitue un appareil semblable à la bouteille que nous avons décrite plus haut; seulement ici, c'est le tympan même qui joue le rôle que remplissait la membrane de caoutchouc. Un son de hauteur égale à celui du résonnateur se trouve ainsi beaucoup renforcé pour l'oreille, tandis que les sons simples plus graves ou plus aigus ne seront pas perçus ou tout au moins seront fort affaiblis. On peut construire une série de résonnateurs correspondant à un certain nombre de notes, et l'on comprend aisément leur utilité pour mettre en évidence, en le renforçant, un son que l'oreille désarmée aurait de la peine à discerner au milieu de beaucoup d'autres. — Avec ces appareils on observe exactement les mêmes faits qu'avec la bouteille munie d'une membrane.

Nous pourrions multiplier ces exemples et citer d'autres cas de communication de vibrations, tel que celui des cordes; toujours l'observation conduit au même résultat, savoir que la décomposition de sons complexes s'effectue bien suivant la règle de Ohm et le théorême de Fourier, et cela tout à fait indépendamment de notre

organe de l'ouïe. — Le phénomène des sons supérieurs est donc réellement objectif, et non pas subjectif seulement, et c'est un fait bien positif que l'oreille décompose les sons complexes en sons simples, suivant les lois que nous avons mentionnées.

Nous venons de voir que lorsque le calcul, d'après le théorème de Fourier, indique l'existence d'un son partiel, l'expérience le constate aussi. Inversement, quand on sait *à priori* que tel ou tel son supérieur ne doit pas se produire, on peut s'assurer qu'il n'existe réellement pas. Prenons par exemple une corde, et faisons-la vibrer en l'attaquant avec l'archet ou en la pinçant en un certain point ; il ne peut y avoir de nœud de vibration en ce point, et par conséquent il ne peut se produire de son supérieur correspondant à une division de la corde tombant sur ce même point. Or, dans ces conditions, ni l'oreille, qu'elle soit armée ou non d'un résonnateur, ni la bouteille munie d'une membrane, n'accuseront aucun mouvement vibratoire correspondant à ce son supérieur. — Il en est de même dans tous les autres cas semblables.

Enfin examinons le cas des vibrations pendulaires. M. Helmholtz est arrivé à produire des sons simples de la manière que nous allons exposer. Les diapasons que l'on fait vibrer en les frappant, ne donnent aucun son supérieur *harmonique*, mais bien des sons *non-harmoniques* très-aigus, qui en général s'éteignent très-rapidement, mais qui, au moment où l'on frappe l'instrument, produisent ce timbre métallique caractéristique. Si l'on fixe un diapason sur une planche reposant sur un corps inapte à transmettre les vibrations, tel que du caoutchouc, on n'entend pas de son notable, à moins d'approcher beaucoup l'oreille. Mais le son devient fort et facilement per-

ceptible si l'on dispose à une très-petite distance un tube-renforçateur, c'est-à-dire un corps creux ayant à peu près la forme d'une bouteille, et dont les dimensions soient telles que l'air qu'il contient vibre à l'unisson du diapason. Comme les sons supérieurs du diapason ne sont pas des harmoniques du son fondamental, le renforçateur n'exerce aucune influence sur eux : ce sont donc des vibrations pendulaires qui se propagent dans l'air. — Dans ce cas l'étude faite à l'aide des résonnateurs prouve qu'il n'existe réellement pas d'autre son que le fondamental, ce qui est conforme à la règle de Ohm.

On peut donc considérer comme démontré par l'ensemble de ces expériences que : *l'oreille humaine perçoit comme son simple seulement les vibrations pendulaires de l'air, et qu'elle décompose tout autre mouvement périodique en une série de vibrations pendulaires correspondant à une série de sons simples simultanément perceptibles.*

Ce point étant admis, on ne comprend pas comment le timbre, qui, nous l'avons vu, dépend de la forme des vibrations, pourrait être autre chose que le résultat d'une combinaison de tons simples différents et d'intensités diverses ; et c'est là en effet la théorie qu'admet M. Helmholtz. Au premier abord, cette explication paraît un peu étrange et même contraire au témoignage de nos sens, car il nous semble en général que notre oreille ne perçoit pas plusieurs sons simultanés ; mais c'est là une conséquence de l'habitude, qui nous fait concevoir comme son unique l'effet que produit un seul corps sonore. A l'appui de cette manière de voir, M. Helmholtz cite de nombreux exemples d'illusions pareilles et même bien

plus frappantes[1]. Dans le fait, ces sons simples mélangés, l'oreille est apte à les distinguer les uns des autres quand elle est exercée; mais plus le son lui est habituel, plus elle a de la peine à le résoudre en tons partiels. C'est ainsi que pour la voix humaine, il est très-difficile d'entendre les sons supérieurs, parce que c'est le son auquel nous sommes le plus accoutumés ; pourtant ces sons partiels existent, et quand l'oreille s'est accoutumée à les reconnaître à l'aide de résonnateurs, elle arrive à les discerner parfaitement sans l'emploi d'aucun instrument.

Les arguments que nous avons exposés jusqu'ici à l'appui de cette théorie du timbre, sont pour ainsi dire négatifs ; aussi l'auteur ne s'en est-il pas contenté, et il donne des preuves positives de la réalité de cette explication. Nous rapporterons ici deux expériences directes ; du reste, nous aurons plus tard l'occasion d'en citer d'autres.

1° Une première expérience consiste à prendre deux tuyaux d'orgue, ou mieux encore deux bouteilles de dimensions telles qu'elles donnent, l'une le $si_2^{\flat}$ et l'autre le $si_3^{\flat}$, lorsqu'on fait vibrer l'air qu'elles contiennent à la

[1] Un exemple curieux que rapporte l'auteur, est celui d'un vieillard qui, ayant eu mal à un œil, dut le couvrir d'un bandeau : il reconnut alors à son grand effroi, et pour la première fois, que son autre œil était complétement aveugle. Les caractères de cette cécité montraient évidemment qu'elle devait remonter à plusieurs années. — Un autre exemple qui a plus d'analogie avec l'illusion qui nous occupe, est celui de la vision binoculaire : en réalité, nous voyons doubles tous les objets à l'exception de ceux que nous fixons (ou plus exactement de ceux qui sont situés sur l'horoptre) et pourtant, à moins d'un effort d'attention, ils nous semblent tous simples.

manière de tuyaux d'orgue. Pour les faire résonner, il suffit de faire arriver à leur ouverture un courant d'air convenablement dirigé et sortant d'un tuyau en gutta-percha aplati à son orifice. Si l'on fait vibrer seule la plus grande bouteille, on produit un son dont le timbre rappelle celui de la voix chantant sur la voyelle OU. Ce son est presque simple, en faisant abstraction d'un certain bruissement non musical qui l'accompagne. Si l'on fait alors résonner la bouteille de moindre dimension, qui donne un son semblable au premier, mais d'une octave plus élevé, l'oreille ne perçoit pas les deux notes, mais le son de la première bouteille paraît renforcé ; en même temps son timbre s'est modifié: il était antérieurement comparable à celui de la voyelle OU, il devient semblable à celui de la voyelle O. Si l'on cesse momentanément de faire résonner, tantôt l'une, tantôt l'autre des deux bouteilles, l'oreille peut bien résoudre les deux sons et les entendre à la fois, pendant quelques instants, sans les confondre ; mais bientôt ils se fondent de nouveau et produisent une impression unique. Voilà donc un cas bien positif de modification du timbre par l'addition d'un ton partiel [1].

2° Si l'on soulève les étouffoirs d'un piano de manière à laisser toutes les cordes libres, et que l'on chante fortement sur la voyelle A une note quelconque près de l'instrument, la résonnance des cordes qui persiste après que la voix a cessé de se faire entendre, reproduit distinctement un A. Si l'on chante sur la voyelle O, la résonnance donne un O, etc. — C'est que la voix humaine

[2] Ohm et Seebeck avaient déjà fait avec le violon quelques expériences analogues à celle que nous venons de décrire.

chantant sur la voyelle A a un certain timbre, c'est-à-dire que le son est formé de sons partiels déterminés et d'une certaine intensité relative : les diverses cordes du piano à l'unisson avec ces sons partiels entrent en vibration par communication ; elles rendent par conséquent les mêmes sons partiels que donne la voix, et dont la réunion caractérise le timbre de la voyelle A.

M. Helmholtz consacre un chapitre considérable de son ouvrage à l'étude du timbre des différents instruments, en cherchant, pour chacun d'eux, quels sont les sons supérieurs qui les caractérisent, et quelle est l'intensité relative de ces sons. Les limites que nous devons nous imposer dans cet article, nous obligent à abréger beaucoup l'analyse de cette partie de son travail : toutefois elle a trop d'importance pour la vérification de la théorie que nous avons exposée, et trop d'intérêt en elle-même, pour que nous puissions la laisser complétement de côté.

Mais avant de donner quelques détails sur les diverses catégories de corps sonôres, nous devons remarquer que les sons ne sont pas seulement caractérisés par la nature et l'intensité relative des sons partiels qui les composent : le plus souvent le son musical produit par un instrument est accompagné de bruits qui aident considérablement l'oreille à différencier les sons.

En premier lieu, ces bruits peuvent être temporaires et se faire entendre seulement au moment où le son prend son origine, ou cesse de se faire entendre. C'est ainsi que les consonnes sont des bruits se produisant au commencement ou à la fin des syllabes, et donnant au son un caractère qui n'a évidemment rien de commun avec le *timbre musical* de la voyelle qui suit ou précède. — On

peut rapprocher de cette existence momentanée de bruits, le fait que, chez certains corps sonores, il se produit au moment où ils entrent en vibration des sons supérieurs aigus qui s'éteignent plus rapidement que les sons partiels plus graves. La rapidité même avec laquelle le son fondamental et les premiers sons harmoniques s'éteignent, est aussi un caractère que l'oreille saisit parfaitement ; telle est, par exemple, la cause principale de la différence des sons des cordes à boyau, dont les vibrations ne sont pas soutenues, et des cordes métalliques, chez lesquelles le son est plus durable parce que la masse est plus grande.

En second lieu, à côté de ces différences qui se manifestent au début ou à la fin du son, il y a des bruits qui se joignent au son musical pendant toute sa durée. Ainsi le jeu des tuyaux d'orgue est toujours accompagné d'un bruissement particulier de l'air ; et, dans la voix humaine, les voyelles sont accompagnées de certains bruits accessoires, qui ont réellement une grande importance pour l'oreille, puisque l'on entend et comprend, quand on parle à voix basse, c'est-à-dire sans que la voix donne un son musical ; or, dans ce cas, ce ne sont que les bruits accessoires qui sont perçus par l'oreille et qui suffisent à faire reconnaître les voyelles.

Passons maintenant une revue rapide des diverses espèces de sons en disant quelques mots sur les tons partiels qui les composent, et sur le timbre musical qu'ils présentent.

Sons simples. — Nous avons vu que les diapasons munis de tubes-renforçateurs, donnent des sons uniques, sans sons supérieurs ; on arrive aussi, plus ou moins bien, au même résultat par d'autres dispositions. Les

sons simples que l'on produit ainsi sont remarquablement doux, ils n'ont rien de perçant ni de rauque, et l'oreille a une tendance à les croire d'une octave plus graves qu'ils ne le sont réellement. Leur timbre rappelle celui de la voyelle OU, qui est, en effet, parmi tous les sons de la voix humaine, celui qui se rapproche le plus d'une vibration pendulaire. Ces sons simples sont toujours identiques, et produisent la même impression sur l'oreille, quel que soit leur mode de production, quelle que soit par exemple la nature du renforçateur que l'on emploie.

Sons accompagnés de supérieurs non-harmoniques. — Un grand nombre de corps sonores donnent, à côté du ton fondamental, des sons supérieurs non-harmoniques.

Les tiges solides (métal, verre, bois, etc.) ont par exemple des sons supérieurs très-élevés; nous avons déjà vu que les diapasons présentent ce caractère particulièrement au moment où on les frappe, et que c'est pour annuler l'influence de ces sons aigus, qu'il faut employer un renforçateur et fixer le diapason sur un support ne transmettant pas les vibrations, lorsqu'on veut n'entendre que le son fondamental.

Les sons supérieurs des plaques solides sont en général non-harmoniques, mais beaucoup moins aigus que ceux des tiges.

Pour les cloches, il en est de même; toutefois, par certaines modifications de l'épaisseur des parois, on arrive à rendre harmoniques les premiers sons partiels, et le son général devient par conséquent plus agréable. Avec la forme que l'on a empiriquement adoptée pour les cloches, on obtient plus ou moins bien ce résultat. — Quand une cloche n'est pas parfaitement symétrique, elle rend deux sons très-voisins l'un de l'autre, qui produisent des battements.

Les membranes ont des sons supérieurs non-harmoniques, voisins les uns des autres, mais s'amortissant rapidement. Lorsqu'on les tend sur une caisse vide, comme dans les timbales, le son fondamental est renforcé.

Les instruments présentant ces caractères sont d'un rare emploi dans la musique à cause des dissonances naturelles qu'ils produisent ; ce n'est guère que ceux dont les sons supérieurs sont faibles et à grands intervalles du son fondamental, que l'on utilise pour mieux marquer le rhythme (timbales, cymbales, triangles, etc.).

Cordes. — Les cordes sont susceptibles de produire des timbres très-différents, tous caractérisés par des sons harmoniques qui correspondent aux différents modes de division de la corde en parties vibrantes. On peut ébranler les cordes soit en les écartant de leur position d'équilibre et les laissant vibrer naturellement, soit en les attaquant avec l'archet qui renouvelle constamment l'ébranlement.

Dans le premier cas, on déplace la corde tantôt en la pinçant (harpe, guitare, etc.), tantôt en la frappant avec un marteau (piano). Les effets que l'on produit par ces deux moyens peuvent être prévus complétement par la théorie mathématique, qui indique les sons supérieurs accompagnant le ton fondamental et leur intensité relative [1] Les circonstances principales qui modifient le nombre et l'intensité des sons partiels sont les suivantes :

[1] Un certain nombre de Notes, réunies à la fin de l'ouvrage de M. Helmholtz, contiennent l'étude de questions spéciales qui exigeaient des développements mathématiques. Parmi ces notes nous avons surtout à signaler celle qui renferme les calculs théoriques dont il est ici question, ainsi que celle qui traite du mouvement des cordes de violon dont nous nous occuperons plus loin.

a) *Le mode d'ébranlement* : plus la discontinuité de forme que prend la corde est accentuée, plus les sons supérieurs sont nombreux et intenses. Ainsi quand pour écarter la corde de sa position d'équilibre, on emploie un corps de petite dimension (anneau du cither), l'angle que forme la corde au point où elle est saisie, est beaucoup plus prononcé et aigu, que si on la pince avec les doigts (harpe, etc.); et par suite le son est plus riche en sons partiels dans le premier cas que dans le second. — Il en est de même si l'on emploie un marteau métallique à arête étroite, plutôt qu'un marteau formé de plusieurs peaux superposées comme dans le piano. — Les sons partiels qui sont le plus fortement développés sont ceux dont la durée d'une vibration simple est égale au temps pendant lequel le marteau repose sur la corde ; d'après cette règle, on favorise dans le piano le deuxième son partiel (octave) pour les notes graves et moyennes, et le son fondamental pour les notes aiguës.

b) *La place du choc*. Les sons supérieurs correspondant à une division de la corde telle qu'un nœud doive se trouver au point où s'effectue le choc, ne peuvent exister. En frappant la corde au centre, on détruit tous les sons partiels de rang pair, c'est-à-dire en particulier les octaves supérieures du son fondamental. Dans les pianos, le marteau frappe à $^1/_7$ ou $^1/_9$ de la longueur de la corde ; la raison qui a déterminé pratiquement le choix de cette place, est sans doute que l'on empêche ainsi le septième et le neuvième son partiel, les premiers de la série qui soient en dissonance avec le son fondamental ; les sons dissonants plus aigus sont trop faibles pour avoir une influence appréciable [1].

[1] M. Helmholtz donne un tableau de l'intensité des sons par-

c) *La nature de la corde*. Plus la corde est mince, plus les sons supérieurs sont nombreux: en employant des fils métalliques fins de 0m,7 de longueur, M. Helmholtz a pu distinguer 18 sons harmoniques. — Si la densité de la corde est considérable, les vibrations sont plus persistantes.

Dans tous ces cas différents, les résultats théoriques sont confirmés par l'expérience, et les différences de timbre correspondent bien à des variations de sons partiels.

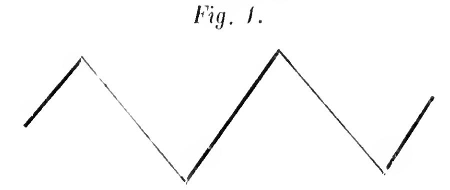
Quant au mouvement que prend une corde mise en vibration au moyen d'un *archet*, on ne peut jusqu'ici le calculer mathématiquement, parce que l'on ne connaît pas le mode d'action de l'archet. Mais M. Helmholtz y a suppléé, en étudiant directement par l'expérience la forme des vibrations à l'aide d'une méthode imaginée par M. Lissajous. — Si l'on regarde au travers d'une loupe un petit objet brillant, tel qu'un petit grain de fécule qui réfléchit la lumière d'une flamme, il paraît comme un point lumineux. Si l'on donne à la loupe un mouvement de va et vient, en laissant immobile le point lumineux, il semble que ce soit ce dernier qui oscille: et si le mouvement de la lentille est rapide, ce n'est plus un point, c'est une raie lumineuse que l'on aperçoit. Maintenant, si l'on donne aussi au petit corps brillant un mouvement vibratoire non parallèle à celui de la loupe, il résulte de la combinaison du mouvement apparent, causé par la vibration de la lentille, et du mouvement réel du point lumineux, des courbes qui permettent de conclure à la forme des vibrations qu'éprouve le point lumineux.

tiels suivant la nature du mode d'ébranlement, quand il est effectué au $^1/_7$ de la longueur de la corde.

Pour arriver à ce résultat, M. Helmholtz employait un microscope fixé à l'extrémité de l'une des branches d'un diapason. On mettait ce diapason en vibration régulière en le plaçant entre les branches d'un électro-aimant traversé par un courant discontinu, dont la période avait une durée égale à celle d'une vibration double du diapason. On regardait avec le microscope un point brillant fixé à une corde de violon, que l'on mettait soit à l'unisson, soit à une ou deux octaves du son du diapason. Puis on faisait résonner avec l'archet cette corde, qui était dans une position telle, que ses vibrations s'effectuaient dans une direction perpendiculaire à celles du diapason.

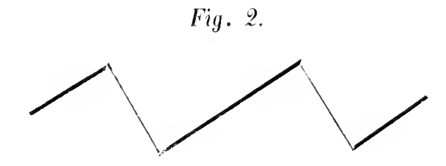
De l'examen des courbes que l'on observe, on peut donc déduire la forme de vibration des différents points de la corde. Si le point observé est au centre de la corde, et que le son fondamental soit bien accentué, on obtient une forme de vibration représentée par la figure ci-contre (fig. 1). — Si le point observé est à $^1/_4$ de la lon-

Fig. 1.



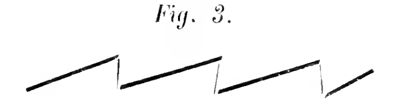
gueur de la corde, la forme de vibration est celle que donne la figure 2. — Enfin si l'on observe un point situé

Fig. 2.



vers l'extrémité de la corde, on obtient la forme que la figure 3 représente [1]. — Ces figures font voir que chaque

Fig. 3.



point de la corde se meut avec une vitesse constante entre les deux positions de maximum d'écartement.

La forme des vibrations étant connue, on peut, par le calcul, la décomposer en vibrations pendulaires, et trouver ainsi les sons partiels qui composent le son de la corde. On arrive alors aux résultats suivants :

Lorsque la corde est convenablement attaquée par l'archet, elle rend tous les sons supérieurs harmoniques dont la flexibilité de la corde permet la production. L'intensité du deuxième son partiel (octave) est $^1/_4$ de l'intensité du son fondamental ; celle du troisième son partiel (douzième) est $^1/_9$; celle du quatrième son partiel (double octave) est $^1/_{16}$; et ainsi de suite. Ces rapports d'intensité des sons partiels sont les mêmes que ceux que l'on obtient en pinçant une corde en son milieu, avec cette différence que, dans ce dernier cas, tous les sons partiels de rang pair n'existent pas. Comparé avec le son d'une corde frappée au $^1/_7$ de sa longueur (piano), le son produit avec l'archet se distingue par une plus grande intensité du son fondamental et des sons supérieurs très-aigus, tandis que

[1] Ces figures ne sont pas celles que l'on observe immédiatement ; elles représentent le mouvement de la corde en prenant les temps pour abscisses ; tandis que dans les courbes que l'on voit directement au microscope, les abscisses sont proportionnelles à l'écartement de la loupe ; mais il est facile de transformer ces courbes les unes dans les autres.

les sons supérieurs les moins aigus sont relativement plus faibles.

La place de la corde qui est directement ébranlée, lorsqu'on agit avec l'archet, est loin d'avoir l'importance que nous avons reconnue, dans le cas où l'on frappait la corde. Toutefois, il y a des particularités, sur le détail desquelles nous n'entrerons pas, et qui dépendent principalement de ce qu'il ne peut y avoir de nœud de vibration au point où frotte l'archet.

Tuyaux à bouche. — Dans les instruments tels que la flûte et les tuyaux d'orgue à bouche, l'air sortant de la soufflerie vient frapper sur un biseau, et y produit un bruissement formé d'une foule de sons faibles. Le tuyau a pour effet de rendre perceptibles les vibrations qu'il est susceptible de renforcer. C'est donc de la nature, de la forme et des dimensions du tuyau, que dépend la présence et l'intensité des sons supérieurs ; mais nous ne pouvons suivre M. Helmholtz dans son étude du timbre des différents registres des orgues.

Instruments à anche. — La production du son dans les instruments à anche (tuyaux d'orgue, orgue expressif, clarinette, haut-bois, basson, etc.) peut se comparer à ce qui se passe dans la sirène : la vibration du ressort même, qui forme l'anche, n'est pas en général capable de produire un son d'une intensité notable ; elle ne fait que permettre la sortie périodique de l'air. Or, ce mode de production du son doit nécessairement donner lieu à une forme de vibration très-discontinue, et par conséquent à un grand nombre de sons supérieurs. Une partie de ces sons sont renforcés par le tuyau, qui complète l'instrument et qui joue encore ici le rôle principal.

Voix humaine. — Le larynx forme un instrument à

anche membraneuse; comparé aux autres appareils de cette nature (cor, trombone, etc.), il présente cette différence essentielle que la hauteur fondamentale du son est déterminée par l'anche elle-même, et non pas par les dimensions de la cavité de la bouche, qui, par sa conformation, ne peut produire un effet comparable à celui d'un tuyau, bien qu'elle joue un rôle d'une grande importance, comme nous le verrons tout à l'heure. La tension musculaire des lèvres de la glotte modifie leur élasticité, et, par conséquent, la période des interruptions successives du courant d'air. Ce mode de production du son doit, comme dans le cas de la sirène, donner beaucoup de sons supérieurs, et, en effet, à l'aide de résonnateurs, on reconnaît jusqu'au seizième son partiel dans une voix de basse, chantant avec force une note grave sur une voyelle de timbre clair.

L'analogie conduit à supposer que le larynx, comme les autres anches membraneuses, produirait la série des sons partiels ascendants avec une intensité décroissante, si on pouvait les observer sans qu'ils fussent modifiés par la cavité buccale. C'est en effet à peu près ce qui a lieu quand la bouche prend une forme ouverte en entonnoir, comme lorsqu'on prononce A ou AI. Mais si la bouche se dispose autrement, la résonnance modifie ces rapports d'intensité des sons partiels, et c'est là la cause des différences de timbre de voyelles. Dans tous les cas cependant, on distingue assez habituellement jusqu'à six ou huit sons partiels plus ou moins intenses.

L'étude de la résonnance dans la cavité de la bouche présente une grande importance [1]. Le moyen le plus sûr

[1] M. Willis, M. Wheatstone et M. Donders se sont aussi occupés de cette question.

et le plus simple de trouver les notes avec lesquelles cette cavité s'accorde, suivant les formes que la bouche prend pour prononcer les diverses voyelles, consiste à faire vibrer successivement en les frappant des diapasons de différentes hauteurs, et à les porter devant l'ouverture de la bouche qui doit avoir pris la position nécessaire pour articuler telle ou telle voyelle, sans cependant la faire entendre : le renforcement du son est d'autant plus marqué que le diapason est plus près d'être à l'unisson du son propre de la cavité buccale. Les sons de plus forte résonnance que l'on détermine ainsi, dépendent seulement de la voyelle pour la prononciation de laquelle la bouche s'est disposée. Il suffit d'un petit changement dans le timbre de la voyelle, tels que ceux que l'on rencontre dans les diverses manières de prononcer une voyelle suivant la langue que l'on parle, ou même l'accent avec lequel on parle, pour modifier notablement le son propre de la cavité de la bouche. Au contraire, les sons propres sont indépendants du sexe et de l'âge ; on trouve qu'ils sont les mêmes pour les hommes, les femmes et les enfants qui articulent la même voyelle.

Pour les voyelles A, O et OU, la cavité de la bouche n'a qu'un son propre. Pour les autres, cette cavité prend à peu près la forme d'une bouteille, dont le ventre est formé par le fond de la bouche, et le cou par les parties antérieures de la cavité resserrée par la langue et les lèvres. Il en résulte qu'il y a deux sons propres, celui qui correspond au ventre de la bouteille, et celui qui correspond au cou.

Toutes les résonnances ne sont pas également faciles à déterminer à l'aide de diapasons ; cependant M. Helmholtz

a réussi à y parvenir. Voici les notes auxquelles elles correspondent pour les différentes voyelles[1] :

OU (U allemand)	fa_2
O	si_3^b
A	si_4^b
AI (Ä allemand)	$ré_4$ et sol_5
E	fa_3 et si_5^b
I	fa_2 et $ré_6$
EU (Ö allemand)	fa_3 et ut_5^-
U (Ü allemand)	fa_2 et sol_5

L'influence que ces résonnances exercent sur le timbre de la voix, consiste dans le renforcement des sons partiels à l'unisson ou suffisamment rapprochés de l'un des sons propres de la cavité de la bouche; les autres sons supérieurs perdent de leur intensité, et cela d'autant plus que l'ouverture de la bouche est plus rétrécie, comme lorsqu'on prononce les voyelles I, U, OU. — En armant l'oreille de résonnateurs, il est facile de vérifier ces faits par l'expérience. L'on peut également produire artificiellement des sons dont le timbre rappelle celui des voyelles, comme l'avait fait M. Willis, en reliant un tuyau à anche avec un résonnateur dont le ton propre soit celui de la voyelle que l'on veut imiter. Nous verrons, du reste, plus loin comment M. Helmholtz a reproduit aussi des voyelles artificielles par un autre moyen.

En somme, la voix humaine se distingue essentiellement des autres instruments musicaux par le fait que

[1] Il s'agit ici des voyelles prononcées avec l'accent du nord de l'Allemagne; pour les autres accents, il peut y avoir des différences: ainsi l'A des Italiens a pour son propre le $ré_5$, c'est-à-dire qu'il est d'une tierce plus élevé que celui de l'A des Allemands.

l'intensité des sons partiels dépend, non pas du rang qu'ils occupent dans la série des tons supérieurs harmoniques, mais de leur hauteur absolue. Ainsi, en chantant la voyelle A sur la note mi_1^b, c'est le si_4^b, soit le douzième ton partiel qui est renforcé ; si l'on chante la même voyelle sur la note si_3^b, c'est encore le si_4^b, soit le deuxième ton partiel dont l'intensité est augmentée.

Résumé. — Nous terminerons cet examen du timbre des divers instruments de musique en reproduisant le résumé que M. Helmholtz donne de cette partie de son travail :

« 1° Les sons simples, tels que ceux qui sont produits par les diapasons munis de tubes-renforçateurs, ou par les larges tuyaux d'orgues fermés, ont un timbre très-doux et très-agréable, sans rien de rauque, mais peu puissant et sourd dans les notes graves.

« 2° Les sons auxquels se joint, avec une intensité modérée, la série des sons supérieurs les moins aigus jusqu'au sixième, sont plus sonores et plus musicaux. Comparés avec les sons simples, ils ont quelque chose de plus riche et de plus beau, et ils sont parfaitement agréables et doux tant que manquent les sons supérieurs plus aigus encore. C'est à cette catégorie qu'appartiennent les sons du piano, des tuyaux d'orgue ouverts, les sons doux et peu intenses de la voix humaine et du cor anglais. Ces derniers forment la transition avec les sons accompagnés de tons supérieurs plus élevés, tandis que les flûtes et les tuyaux d'orgue du registre des flûtes, quand le courant d'air qui les fait vibrer est faible, se rapprochent des sons simples.

« 3° Quand les sons partiels se composent seulement de ceux de rang impair (fondamental, douzième, etc.),

comme cela a lieu pour les tuyaux fermés et étroits, pour les cordes de pianos quand on les frappe au milieu de la longueur, et pour la clarinette, le son devient creux (hohl), et nasillard si le nombre des sons supérieurs est très-considérable. Quand le ton fondamental domine, le son est plein ; il est vide (leer) au contraire, si le ton fondamental n'a pas une intensité suffisante relativement aux sons supérieurs. Ainsi le son des tuyaux ouverts est plus plein avec des tuyaux larges qu'avec des tuyaux étroits ; de même le son des cordes est plus plein quand on les frappe avec les marteaux du piano ordinaire, que lorsqu'on emploie un petit bâton, ou qu'on les pince avec les doigts : de même encore, on rend plus plein le son d'une anche quand on lui ajoute un corps creux renforçateur.

« 4° Quand les sons supérieurs plus élevés que le sixième ou le septième sont très-accentués, le son devient perçant et rauque. La raison de cela réside dans les dissonances que ces notes élevées forment entre elles, comme on le verra plus loin. Ce caractère peut être plus ou moins prononcé. Si les sons supérieurs aigus ont peu d'intensité, ils n'empêchent pas qu'on ne puisse employer pour la musique l'instrument qui les produit ; au contraire ils sont favorables pour donner du caractère et de l'expression. Dans cette catégorie, les sons des instruments à archet sont particulièrement importants, ainsi que la plupart des tuyaux à anche, le hautbois, le basson, l'orgue expressif, la voix humaine. Les sons plus rauques et plus retentissants des instruments de cuivre sont extrêmement éclatants et produisent par conséquent l'impression d'une plus grande puissance que les sons semblables de timbre plus doux. Il en résulte que, pris isolément, ils sont moins propres à la musique artistique,

mais qu'ils font un grand effet au milieu d'un orchestre. On verra plus loin comment la présence de tons supérieurs hauts et dissonants peut rendre le son plus perçant. »

Nous arrivons maintenant à une question importante. Il est facile de comprendre que, si deux vibrations pendulaires se combinent et s'ajoutent, la forme de vibration résultante sera tout à fait différente suivant la phase des vibrations composantes. Il est clair, par exemple, que si le maximum d'écartement de la vibration la plus lente coïncide avec un maximum de même sens de la vibration la plus rapide, on aura une forme de vibration tout autre que si un maximum coïncide avec un minimum ou avec un maximum de sens inverse.

On est donc amené à se demander si le timbre dépend des phases des vibrations composantes, ou, en d'autres termes, si ces formes diverses de vibration, qui résultent de la combinaison d'une même série de vibrations pendulaires, dont les phases seulement ont varié, produisent toutes la même impression sur l'oreille.

Pour résoudre cette question, M. Helmholtz a effectué des expériences sur lesquelles nous nous arrêterons quelques instants parce que, outre l'intérêt du point qu'elles étaient destinées à élucider, leur ensemble présente peut-être la meilleure démonstration de la théorie du timbre que nous avons exposée.

L'auteur a fait construire un appareil ayant pour but de produire à volonté, simultanément ou séparément, et avec des intensités diverses, une série de sons simples harmoniques. Pour cela il a employé des diapasons de différente hauteur montés sur un support qui repose

sur des rouleaux de caoutchouc, de manière que la vibration ne puisse pas se communiquer aux corps environnants, et devenir par là même perceptible. A chaque diapason correspond un tube-renforçateur dont le son propre est à l'unisson avec celui du diapason. Ces renforçateurs peuvent être plus ou moins rapprochés des diapasons de manière à faire varier l'intensité du son ; de plus leur ouverture peut, à volonté, s'ouvrir partiellement, ou complétement, ou bien se fermer, au moyen de petits écrans qu'un mécanisme permet de manier en appuyant sur les diverses touches d'un clavier. Quand tous les diapasons vibrent à la fois, si les renforçateurs sont fermés, on n'entend pas de son notable ; mais il suffit d'abaisser une touche du clavier pour renforcer et rendre perceptible le son simple du diapason correspondant. Pour mettre les diapasons en vibration, on se sert d'électro-aimants ; les branches de chaque diapason sont placées entre les branches d'un électro-aimant en fer à cheval ; quand celui-ci est aimanté, il attire et écarte l'une de l'autre les deux branches du diapason, qui reviennent en sens inverse quand l'électro-aimant est redevenu inactif. Il suffit donc, pour communiquer à l'instrument un mouvement vibratoire régulier, de diriger dans le fil de l'électro-aimant un courant électrique discontinu convenable. Si la période de discontinuité du courant, c'est-à-dire si la durée d'une interruption du courant à une autre, est égale à la durée d'une vibration double du diapason, on aura rempli les conditions nécessaires ; mais on les remplit encore, si la période de discontinuité correspond à deux, trois, quatre, etc., vibrations doubles du diapason. — Pour produire les interruptions du courant, on a disposé un auto-interrupteur

formé lui-même d'un diapason accordé exactement avec le son du diapason le plus bas de la série, et muni d'un électro-aimant et des dispositions ordinaires au moyen desquelles on fait correspondre un établissement et une interruption du courant à chaque vibration double du ressort qui est ici formé du diapason. Ce courant passe par tous les électro-aimants de la série des diapasons, et comme ces derniers sont harmoniques les uns des autres, ils entrent tous en vibration ; seulement l'intensité du son est moins forte pour les diapasons les plus aigus, sur lesquels l'aimant agit le moins souvent relativement au nombre de vibrations.

Les diapasons de M. Helmholtz donnaient la série suivante de sons harmoniques.

si^{b}_{1} ; si^{b}_{2} ; fa_{3} ; si^{b}_{3} ; $ré_{4}$; fa_{4} ; la^{b}_{4} ; si^{b}_{4} ; $ré_{5}$; fa_{5} ; la^{b}_{5} ; si^{b}_{5}

Avec cet appareil on peut imiter le timbre de plusieurs instruments de musique, et en particulier celui de la voix humaine pour un certain nombre de voyelles.

Ainsi faisons résonner seulement le diapason si_{1}^{b} : il donne un son simple, ayant approximativent le timbre de la voyelle OU, très-sourd, beaucoup plus sourd qu'on ne peut le produire avec la voix, mais que l'on rend plus semblable au son OU de la voix, en laissant, en outre, résonner faiblement les diapasons si_{2}^{b} et fa_{3}.

On obtient un très-bon O, si l'on affaiblit un peu le son fondamental si_{1}^{b}, en donnant fortement le si_{3}^{b} et faiblement le si_{2}^{b}, le fa_{3} et le $ré_{4}$.— Si au lieu de prendre la note si_{1}^{b} comme ton fondamental, on choisit la note si_{2}^{b}, on obtient encore, quand elle vibre seule, un son comparable à la voyelle OU. Si l'on donne alors le ton fondamental si_{2}^{b} avec une intensité modérée, son octave si_{3}^{b}

avec force, et la douzième fa_4 faiblement, on reproduit le son O. Ainsi c'est bien le $si_3^\flat$ qui est caractéristique de l'O, comme nous l'avons vu précédemment.

On obtient un A en donnant avec une intensité modérée les sons $si_2^\flat$, $si_3^\flat$, fa_4, et avec force $si_4^\flat$ et $ré_5$.

On obtient Al (Ä) en renforçant $si_3^\flat$ et fa_4 (c'est-à-dire les sons les plus voisins du son caractéristique grave $ré_4$, qui lui-même n'est pas harmonique du ton fondamental $si_2^\flat$), en affaiblissant $si_4^\flat$, et en forçant autant que possible $ré_5$ et fa_5 (qui sont voisins du son caractéristique aigu sol_5).

On peut encore obtenir E, quoique un peu moins bien, parce que le diapason correspondant au son caractéristique $si_5^\flat$ n'a pas assez d'intensité. — La reproduction des timbres I et U n'est plus possible.

On peut de même imiter les sons des tuyaux à bouche (abstraction faite du bruissement de l'air) en combinant convenablement les sons simples. On obtient aussi le timbre nasillard de la clarinette en ne faisant résonner que les sons partiels de rang impair.

Ainsi cet appareil se prête à l'imitation d'un grand nombre de timbres par la combinaison artificielle de vibrations pendulaires. Les sons que l'on ne peut pas reproduire sont ceux qui résultent du mélange de tons simples dont l'intensité voulue ne peut pas être atteinte.

Mais, de plus, ce même appareil permet de changer les phases. Il y a plusieurs moyens d'y parvenir : il suffit, par exemple, de désaccorder un peu les tubes-renforçateurs en rétrécissant leur orifice pour obtenir un changement de phase accompagné d'une petite diminution d'intensité, modifications qui peuvent être déterminées par la théorie mathématique. — On peut aussi ai-

manter convenablement un ou plusieurs diapasons, de manière que l'électro-aimant les repousse au lieu de les attirer quand le courant passe.

En opérant ainsi, ou par d'autres procédés encore, on a pu reconnaître avec certitude, que le timbre musical d'un son est complètement indépendant des différences de phases, et que ce n'est que la présence et l'intensité des sons partiels qui exercent une influence. C'est là un point important qui montre bien la justesse de l'explication du timbre que nous avons développée, en prouvant que la forme des vibrations peut être modifiée sans changement de timbre, pourvu que les variations puissent se ramener à une combinaison des mêmes vibrations simples de même intensité relative.

Il résulte de ce qui précède que l'oreille frappée par un son complexe, quelle qu'en soit l'origine, le décompose en vibrations pendulaires, et que, si son attention est dirigée sur ce point, elle perçoit séparément chacun de ces sons simples, tandis que, si elle ne cherche pas à analyser la sensation, l'effet général consiste dans l'impression d'un certain timbre.

Cette propriété de notre organe de l'ouïe est très-remarquable, car en définitive, dans ce cas, l'air qui se trouve dans le conduit auditif, n'est animé que par un seul mouvement vibratoire d'une forme différente de la vibration pendulaire. On ne peut expliquer cette décomposition effectuée par l'oreille qu'en supposant un phénomène analogue à la communication du mouvement vibratoire et aux sons concomitants : voici de quelle manière.

Imaginons un piano, dont les étouffoirs soient soulevés ;

près de cet instrument faisons retentir un son quelconque : on voit s'ébranler, par communication de mouvement vibratoire, une série de cordes composée de *toutes* celles, et *rien* que celles dont le son propre correspond aux vibrations pendulaires, qui par leur réunion forment le son extérieur déterminant le mouvement. — Si nous pouvions relier chaque corde du piano avec un filament nerveux qui soit excité chaque fois que la corde entre en vibration, le son extérieur déterminerait une série d'impressions correspondant exactement aux sons simples composants : les tons de hauteur différente affecteraient des filaments nerveux différents, et par conséquent les sensations correspondantes seraient complétement séparées.

Cette comparaison fait comprendre la théorie que M. Helmholtz adopte pour l'explication de la perception des sons, et cette hypothèse paraît tout à fait compatible avec les résultats les plus récents et les plus complets de l'étude microscopique de l'oreille. On a observé, en effet, que l'extrémité de chaque filament du nerf acoustique est reliée avec un corpuscule ou un filament élastique : on peut donc supposer que ces parties élastiques sont susceptibles de prendre le mouvement vibratoire par communication.

Nous n'entrerons pas dans la description générale de l'organe de l'ouïe ; nous nous bornerons à dire que l'on trouve de ces corpuscules élastiques terminant les nerfs dans plusieurs parties de l'oreille. M. Helmholtz considère comme le plus probable que c'est dans le limaçon que l'impression des sons musicaux se transmet aux nerfs, tandis que d'autres parties de l'organe de l'ouïe seraient plutôt affectées par les bruits. La surface de la lame spirale est,

en effet, tapissée par les *fibres de Corti*, auxquelles l'auteur attribue le rôle que remplissaient les cordes du piano dans la comparaison que nous faisions tout à l'heure, avec cette différence que leur nombre est beaucoup plus grand : ce serait comme un piano ayant une multitude de cordes, dont la hauteur varierait par degrés très-petits. Il y a environ 3000 fibres de Corti, ce qui pour l'ensemble des sons perceptibles forme un nombre considérable permettant de supposer une gradation presque insensible de sons propres ; et lors même que l'oreille serait frappée par un son intermédiaire ne correspondant au son propre d'aucun filament, la perception s'effectuerait également parce que les filaments les plus rapprochés d'être en accord, entreraient encore en vibration. Ainsi ce seraient des filaments différents, et par conséquent des fibres nerveuses différentes, qu'affecterait chaque son simple, et un son composé agirait à la fois sur différents filaments correspondant chacun à une certaine sensation déterminée.

Il y a dans cette hypothèse une analogie avec la théorie que M. Young a émise pour expliquer la perception des couleurs : il admet que les fibres nerveuses de la rétine sont de trois espèces : ceux qui donnent la sensation du rouge, ceux qui donnent la sensation du vert, et ceux qui donnent la sensation du violet. Les différentes espèces de lumière, suivant leur nature, agiraient plus ou moins sur ces trois espèces de fibres, de manière à donner à l'œil diverses sensations composées. L'oreille toutefois présenterait cette différence qu'au lieu de trois espèces de nerfs, elle en contiendrait une multitude.

Nous avons terminé ici l'analyse de la première partie de l'ouvrage de M. Helmholtz, celle qui traite des sons

simples ou complexes considérés en eux-mêmes et isolément. Dans un autre article, nous chercherons à rendre compte des deux dernières parties dans lesquelles l'auteur s'occupe des phénomènes qui se produisent par le mélange de plusieurs sons, et des applications à la théorie de la musique.

L. SORET.

NOTE SUR LES EFFETS

DU RAYONNEMENT NOCTURNE DU SOL

DANS LES RÉGIONS TROPICALES.

PAR

M. MARCET,

Professeur.

(Communiquée à la Société de Physique et d'Histoire Naturelle, le 2 avril 1863.)

J'ai profité du séjour prolongé d'un de mes fils en Australie pour l'inviter à faire quelques observations sur les effets du rayonnement nocturne dans un climat aussi différent du nôtre ; je lui ai envoyé dans ce but les instructions nécessaires et des thermomètres sur l'exactitude desquels je pouvais compter. Des observations suivies, faites depuis plusieurs années, tant à Genève qu'à Montpellier, ont mis hors de doute, que dans les climats tempérés, au moment du coucher du soleil et pourvu que le ciel soit serein, la température de l'air en contact immédiat avec le sol est notablement inférieure à la température de ce même air à une élévation de quelques pieds. Quoique ces observations n'eussent pas été faites jusqu'ici, du moins à ma connaissance, dans les régions de la zone torride, il semblait naturel de conclure, à priori, que le même phénomène dût se présenter dans

ces régions, avec peut-être plus d'intensité encore, soit à cause de la grande transparence habituelle de l'air, circonstance éminemment favorable au rayonnement, soit aussi parce que dans ces contrées, la surface de la terre se réchauffant plus pendant le jour que dans nos climats tempérés, le rayonnement nocturne du sol paraît devoir être proportionnellement plus intense. J'ai appris, non sans surprise, qu'il n'en était point ainsi : il paraît, en effet, résulter d'une série d'observations faites par mon fils dans sa station de Logan Downs, dans le Queensland, au 22e degré de latitude sud, et éloignée de 30 à 40 lieues de la mer, que le phénomène d'accroissement de température, à mesure qu'on s'élève au-dessus du sol, ne se fait remarquer ni au coucher, ni au lever du soleil ; ou que si ce phénomène existe, c'est à un degré à peine sensible. Il a trouvé, par exemple, par une série d'observations faites en mars et avril 1862, dans des circonstances en apparence très-favorables au rayonnement nocturne, que l'écart entre un thermomètre placé à trois centimètres au-dessus du sol, et un autre placé à la hauteur d'un mètre et demi, ne dépassait pas habituellementde 0°, 1 à 0°, 2 C. : trois fois cet écart a été de 0°, 3, et une seule fois de 0°, 4. Ce résultat, pour moi complétement inattendu, ne peut être attribué à une absence de rayonnement nocturne du sol, car ce rayonnement, qui ne dépend que de la chaleur que la terre a acquise pendant le jour, doit être évidemment plus intense, toutes choses d'ailleurs égales, dans les régions torrides que dans les régions tempérées. Il faut plutôt, ce me semble, en chercher l'explication dans les deux circonstances suivantes : 1° Dans les régions tropicales l'ardeur du soleil est si intense, que ses rayons réchauffent non-

seulement la surface de la terre, mais pénètrent jusqu'à une certaine profondeur dans l'intérieur du sol. Il en résulte qu'au coucher du soleil, dès que la surface de la terre commence à se refroidir par le rayonnement, la chaleur diurne concentrée dans l'intérieur arrive à cette surface, la réchauffe, et prévient ainsi le refroidissement de la couche d'air en contact immédiat avec elle. La seconde circonstance qui, à mon avis, tendrait à expliquer l'absence dans certaines régions tropicales des effets produits dans les climats tempérés par le rayonnement nocturne, dépend de la grande quantité d'eau que doit renfermer l'atmosphère, sous la forme de vapeur élastique. dans un pays où la température moyenne est aussi élevée qu'elle l'est dans le Queensland. Les recherches récentes de M. Tyndall ont montré jusqu'à quel point la vapeur élastique d'eau agit pour intercepter la chaleur obscure émise par le sol. Ce physicien a, en effet, calculé que même en Angleterre, où l'air doit contenir infiniment moins de vapeur aqueuse que dans la zone torride, cette vapeur suffit néanmoins pour intercepter la dixième partie de la chaleur émise par le sol, à une distance de moins de dix pieds de sa surface. Dans les pays tropicaux, ceux surtout qui ne sont pas très-éloignés de la mer, la quantité de vapeur aqueuse que renferme l'atmosphère étant sans doute beaucoup plus considérable, la quantité de chaleur interceptée doit être proportionnellement plus grande, et partant, les effets de température produits par le rayonnement nocturne du sol moins apparents.

Ce qui contribue à me donner de la confiance dans l'exactitude des résultats que mon fils a obtenus, c'est que M. Lucien de la Rive qui, à ma demande, a bien voulu se charger, il y a un an, de faire des observa-

tions de même nature dans les plaines de l'Égypte voisines du Nil, est arrivé à des résultats assez analogues. M. de la Rive, il est vrai, n'attachait d'ailleurs pas à ces observations l'importance que très-probablement elles méritaient, soit parce qu'elles avaient été peu nombreuses, soit parce que dans la saison où il les a faites, il régnait fréquemment au moment du coucher du soleil un vent assez prononcé, qui, en mélangeant les couches d'air, devait nécessairement modifier jusqu'à un certain point les phénomènes de température provenant du rayonnement nocturne. J'avoue cependant que l'analogie qui existe entre ses résultats et ceux obtenus par mon fils dans un pays encore plus rapproché de l'équateur, me porte à croire, au moins jusqu'à plus ample informé, que le phénomène du rayonnement nocturne et les effets qu'il produit se présentent d'une manière très-différente dans les climats de la zone torride et dans celui de nos régions tempérées.

On alléguera, peut-être, comme objection à cette manière de voir, que les voyageurs qui ont parcouru les grands déserts sablonneux de l'intérieur de l'Afrique, signalent, pour la plupart, le contraste que présente la chaleur presque insupportable qui règne pendant le jour avec le refroidissement subit de l'atmosphère au moment du coucher du soleil, refroidissement qui ne peut être dû qu'à l'intensité du rayonnement de la terre à cette époque de la soirée. On peut, ce me semble, répondre à cette objection en faisant remarquer que dans ces immenses déserts, situés le plus souvent à une grande distance de la mer, le manque à peu près complet d'eau tend à maintenir l'atmosphère dans un état de sécheresse presque absolue. Car enfin tout en admettant que

la quantité d'eau que peut renfermer l'atmosphère sous la forme de vapeur élastique ne dépend que de la température de celle-ci, encore faut-il que cette eau existe ; et s'il ne s'en trouve pas, l'atmosphère, quelque élevée que puisse être sa température, se trouve nécessairement privée de la vapeur aqueuse dont la présence a pour effet d'intercepter à un si haut point le rayonnement de la chaleur terrestre. Dès lors, il n'y a plus de raison pour que le rayonnement nocturne n'atteigne pas son maximum d'effet dans des circonstances de climat d'ailleurs toutes favorables à son développement, et ne donne ainsi lieu à un contraste frappant de température dès que le soleil a disparu au-dessous de l'horizon.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

CHIMIE.

E. EDLUND. SUR LA FORMATION DE LA GLACE DE FOND DANS L'EAU DOUCE ET DANS L'EAU DE MER. *(Compt. rend. Acad. des Sc. de Stockholm.* 1862, nº 5, p. 367.)

M. le prof. Edlund a réuni dans une Notice, qu'il a lue à l'Académie des Sciences de Stockholm, les différents faits observés dès le commencement du siècle dernier sur la formation de la glace à des profondeurs diverses au-dessous de la surface de l'eau et qui par plusieurs avaient été traités de fables jusqu'à ces derniers temps.

On sait qu'à l'approche de l'hiver l'eau douce en repos se refroidit graduellement par une circulation engendrée par les couches plus froides qui gagnent les profondeurs, jusqu'à ce que toute la masse ait atteint la température de + 4°; qu'à partir de ce moment la circulation s'arrête, la couche superficielle plus froide étant plus légère, et qu'à 0° elle se couvre de glace, tandis que les couches inférieures sont à une température plus élevée. Comment ajouter foi après cela aux récits des pêcheurs et d'autres personnes, qui prétendent avoir vu de la glace s'élever du fond de l'eau?

La glace de fond est ordinairement une masse spongieuse qui ressemble à de la neige pénétrée d'eau; d'autres fois, elle présente des disques arrondis dont le diamètre et l'épaisseur varient; le plus souvent elle se forme sur des pierres saillantes ou sur d'autres objets anguleux, s'accroît rapidement et monte en-

suite à la surface, où elle entraîne fréquemment des objets qu dénotent son origine. Parfois aussi elle reste fixée au fond et augmente, jusqu'à ce qu'elle atteigne la surface non encore congelée. La glace de fond ne se forme qu'au commencement de l'hiver, avant que l'eau soit recouverte par de la glace unie ordinaire.

Ce phénomène a été souvent observé, non-seulement en Suède, mais aussi dans d'autres pays. Il n'est pas rare de voir les rivières de Motala, de Norrköping et du Wermland obstruées par de la glace de fond au point d'intercepter le courant, de faire chômer les usines et de produire des inondations. Là comme en France, on a remarqué qu'on pouvait prévenir la formation de cette glace en enlevant du lit des cours d'eau les pierres et les autres objets en saillie qui interrompent le mouvement uniforme de l'eau. Au mois de décembre 1720, la grande cascade de Trollhættan a été interceptée par la même cause pendant neuf jours[1]; une grave inondation en fut la conséquence. Plusieurs rivières de Norrland se prennent au commencement de l'hiver, par suite de glace de fond qui monte en abondance à la surface et s'y soude de manière à former une couche continue; souvent elle entraîne avec elle de grosses pierres, des troncs d'arbres[2], etc., etc. Le même phénomène a été observé à plusieurs reprises dans le Rhin. Duhamel a vu la Seine ne se prendre à la surface que lorsque le fond était déjà recouvert d'une couche de glace de 15 lignes d'épaisseur[3]. Dans l'Aar, on a souvent vu monter de la glace de fond en grande abondance, et l'on a même constaté une fois la formation d'îles, dont la plus grande avait plus de 100 pieds de diamètre. Ces îles tenaient au fond par une glace gélatineuse formant deux cônes, l'un droit, l'autre renversé[4]. Une balustrade en fer de 36 pieds de long, qui avait été perdue dans le port de Pillau, par 18 pieds de profondeur, a été trouvée plu-

[1] *Mémoires de l'Acad. des Sciences de Stockholm*, XXVI, 156.
[2] *Mémoires de l'Acad. des Sciences de Stockholm*, XII, 28.
[3] Arago *OEuvres complètes*, VII, 172, 174.
[4] Arago *OEuvres complètes*, VII, 169.

sieurs années après flottant et entourée d'une épaisse couche de glace de fond[1].

Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer la formation de glace de fond. Il est important dans ce but de ne pas perdre de vue qu'elle ne se forme jamais dans de l'eau douce sans courant. Dans une masse d'eau dont le mouvement empêche les couches inégalement chaudes de se ranger selon la différence de densité, la température du fond peut être égale à celle de la surface. Or si l'on touche de l'eau refroidie au-dessous de zéro avec un corps solide, la formation de la glace commence aussitôt au point de contact et s'accroît rapidement lorsque ce corps est recouvert de glace. Dans cet état de choses, on peut comparer l'eau à une dissolution saline sursaturée, dans laquelle la cristallisation s'opère de préférence et le plus rapidement au contact de corps solides offrant des aspérités, et particulièrement sur des cristaux, du sel en dissolution. D'après cela, la surface d'un cours d'eau peut, dans des circonstances favorables, se refroidir au dessous de zéro et ne pas se congeler, en raison du mouvement régulier ; mais ce mouvement régulier n'existe plus dans les parties inférieures, où l'eau se heurte contre des aspérités qui déterminent des perturbations dans l'équilibre ou la position relative des particules. L'expérience, ainsi qu'on l'a vu plus haut, confirme cette explication, puisqu'elle a conduit à maintenir aussi uni que possible le lit des cours d'eau qui alimentent des roues hydrauliques, pour les empêcher de geler.

A l'égard de la congélation de l'eau de mer, des observations récentes sont venues confirmer celles plus anciennes qu'on devait à des pêcheurs du Cattégat et des îles Aland. La mer ne gèle que très-rarement par la formation de glace à la surface. Le plus ordinairement il se produit à une certaine profondeur de petites lames minces, de diamètre et d'épaisseur variables, qui s'élèvent en quantités innombrables au niveau de l'eau, où elles

[1] Gehler's *physikalisches Wærterbuch*, III. p. 131.

se brisent et se superposent, jusqu'à ce que, si la mer est suffisamment tranquille, elles se soudent en formant une croûte continue et rugueuse. Cette accumulation de glace de fond est si rapide que le plus souvent, en moins d'une demi-heure, un bateau peut être enfermé, ou ne se dégager qu'avec la plus grande difficulté. Aussi les pêcheurs se hâtent-ils de regagner le port dès qu'ils aperçoivent ces lamelles de glace. Ces lamelles, plus ou moins arrondies, ont un à cinq pouces de diamètre et rarement plus de deux lignes d'épaisseur; elles se forment à une profondeur qui varie de deux à plus de huit pieds, s'élèvent par la tranche avec une grande rapidité, et dépassent quelquefois la surface de deux à trois pouces. Par un temps tranquille, on les voit très-bien paraître à deux pieds de profondeur et si serrées qu'elles donnent l'idée d'un nuage ou d'une fumée. Sur les bords de la mer, où il n'y a pas plus de deux à six pieds d'eau, la glace se forme à la surface comme dans les lacs et est unie comme un miroir.

M. Chydenius, qui a fait partie d'une expédition au Spitzberg, en 1861, a observé dans ces parages la congélation de la mer par de la glace de fond, en moins d'une demi-heure, comme elle a lieu dans le Cattégat et le golfe de Bothnie.

Il paraît donc que la formation de ces disques de glace qui précède la congélation de la surface, constitue pour la mer la manière ordinaire de geler; que lorsque l'eau de la mer est refroidie au-dessous du point de congélation, la première formation de glace a lieu à une certaine profondeur et quelquefois dans le fond même, puisqu'on a vu à plus de huit pieds des algues et des pierres recouvertes de glace comme d'un givre, et que ces lamelles grossissent pendant qu'elles s'élèvent. On ne pourrait pas sans cela se rendre compte de la rapidité de la congélation, qui doit être accompagnée d'un dégagement de chaleur. Or, dans l'eau salée, qui a son maximum de densité à — 4° environ, tandis que le point de congélation est à — 2° 5, la formation de la glace peut tout naturellement, sans l'intervention d'un mou-

veinent comme pour l'eau douce, commencer à une distance assez grande du dessous de la surface.

Cette propriété de l'eau salée peut contribuer à expliquer l'accroissement prodigieux dans le sens vertical qu'acquièrent les montagnes de glace errantes dans les mers polaires.

L'auteur invite les savants à étudier ces phénomènes intéressants, et désire qu'on signale tous les faits qui s'y rapportent.

Hermann Kopp. Sur la chaleur spécifique des corps solides, et sur les conséquences qui en résultent relativement a la composition des corps réputés simples. (*Annalen der Chemie und der Pharmacie*, t. CXXVI, p. 362).

M. Kopp annonce qu'il a déterminé la chaleur spécifique d'un grand nombre de corps solides ; un mémoire détaillé sera publié sur ce sujet ; pour le moment il signale les principales conséquences de ses recherches.

Ses déterminations apportent en général de nombreuses confirmations du principe déjà établi par les travaux de ses prédécesseurs, savoir que les composés analogues ont à peu près la même chaleur atomique, à la condition, toutefois, que l'on compare leur constitution atomique réelle et non celle qu'expriment les anciennes formules en équivalents. Cependant elles offrent aussi de nouveaux exemples d'exceptions manifestes à cette règle.

La chaleur atomique d'un composé n'est déterminée que par sa formule empirique et non par sa formule rationnelle. Le remplacement d'un élément par un groupe d'atomes, même isomorphe, ainsi du potassium par l'ammonium ou du chlore par le cyanogène, entraîne une augmentation considérable de la chaleur atomique.

On a souvent essayé de déduire la chaleur atomique d'un élément de celle de ses composés en en retranchant la chaleur spécifique de tous les autres atomes entrant dans ces composés. Ces déter-

minations indirectes sont sans doute assez incertaines, cependant elles acquièrent une véritable importance quand elles résultent, non de quelques cas particuliers, mais de l'étude de séries complètes de combinaisons correspondantes.

On a généralement admis, depuis les recherches de Dulong et Petit, que tous les corps simples, à l'état solide, ont à peu près la même chaleur atomique, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique étant sensiblement constant (environ 6,4). Les expériences de M. Kopp, d'accord avec les déterminations d'autres auteurs, montrent que ce principe ne peut pas être considéré comme tout à fait général ; ainsi, pour le carbone, le bore et le silicium, on obtient ainsi un produit notablement inférieur à celui que donnent tous les autres éléments Cette observation est corroborée par l'étude des chaleurs spécifiques des corps composés.

En général, on peut calculer approximativement la chaleur atomique d'une combinaison en multipliant le nombre d'atomes qu'elle renferme par 6,4 (chaleur atomique d'un atome élémentaire) M. Kopp a constaté l'exactitude de cette règle jusque dans des combinaisons de chlorures assez complexes. Cependant on sait aussi qu'elle rencontre de nombreuses exceptions. Elle donne déjà, lorsqu'on l'applique aux sulfures métalliques, un produit un peu trop élevé ; elle est surtout complétement inapplicable aux oxydes, donnant toujours un nombre beaucoup trop élevé et d'autant plus qu'il s'agit de combinaisons renfermant un plus grand nombre d'atomes d'oxygène.

Cette discordance prouve que certains corps simples n'entrent pas dans les composés avec une chaleur atomique telle que l'exigerait la loi de Dulong et Petit. On a généralement cherché à l'expliquer en supposant que ces corps peuvent entrer dans diverses combinaisons avec des chaleurs atomiques variables, et qui seraient moindres que celles qu'ils présentent à l'état libre. M. Kopp conclut de ses recherches qu'il est plus exact d'admettre que ces corps simples ont une chaleur atomique différente

de celle qu'exigerait la loi de Dulong et Petit, et que cette chaleur atomique est à peu près la même pour ces corps à l'état libre et dans leurs combinaisons. Ainsi la chaleur atomique serait environ 4 pour l'oxygène, 1,8 pour le carbone, 2 3 pour l'hydrogène, 2 à 3 pour le bore, 4 pour le silicium, 5,2 pour le soufre, etc.

Sans doute cette règle ne donne pas, dans tous les cas, des résultats complétement d'accord avec l'observation, mais les différences ne sont pas plus considérables que celles que l'on observe souvent lorsque l'on compare les chaleurs atomiques de combinaisons parfaitement analogues et ne renfermant, parmi leurs éléments, que des corps qui, à l'état libre, obéissent exactement à la loi de Dulong et Petit.

M. Kopp conclut donc, soit de ses recherches directes sur les chaleurs spécifiques des corps simples, soit de l'ensemble de ses observations sur les chaleurs spécifiques des combinaisons, que la loi de Dulong et Petit, vraie pour un groupe nombreux d'éléments, est loin d'être applicable à tous.

S'il avait été constaté que, conformément à la loi de Dulong et Petit, tous les éléments eussent la même chaleur atomique, comme l'expérience prouve d'autre part que la chaleur atomique d'un composé s'accroît avec le nombre des atomes qui entrent dans sa composition, on aurait été en droit d'en conclure que, si les corps qui ont été considérés jusqu'ici comme des éléments peuvent toujours être supposés formés par des groupes d'atomes d'une constitution inconnue, ce sont du moins des composés d'un même ordre, dans lesquels la puissance de décomposition de la chimie est arrêtée à la même limite, et qu'il est impossible d'admettre que l'un d'eux soit un atome plus complexe que les autres

Mais cette conclusion n'est plus justifiée s'il est établi que la loi de Dulong et Petit n'est applicable qu'à une partie des corps simples. Dans ce cas, au contraire, si l'on a égard à ce fait que la chaleur atomique d'un composé est d'autant plus considérable

que sa composition est plus complexe, il semblera naturel de conclure que les efforts de la chimie, pour arriver à isoler les éléments des composés, s'arrêtent, tantôt devant des groupes de composés d'un même ordre (par exemple les métaux), tantôt à des substances d'une composition plus simple. On conçoit alors la possibilité qu'un corps décidément composé puisse avoir la même chaleur atomique qu'un soi-disant élément. Ainsi un peroxyde X O, dans lequel l'élément X aurait la même chaleur atomique que l'hydrogène (2,3), devrait avoir une chaleur atomique égale à $2,3 + 4 = 6,3$, c'est-à-dire égale à celle des métaux, du chlore ou de l'iode.

J. Lefort. Analyse de l'eau du volcan de Popocatepelt, au Mexique, etc. (*Journ. de pharm. et de chimie.* t. 43, p. 433, juin 1863).

Le Popocatepelt a la partie supérieure de son cratère recouverte de neiges éternelles et vomit sans cesse des produits gazeux, liquides et solides. Le centre est couvert de neige ou de glace mélangée à des matières étrangères, telles que sable, cailloux et particules de soufre. Tout autour, et à des niveaux variables, on voit des jets de vapeur et d'eau de forces différentes ; les principaux lancent bruyamment une colonne rouge à l'orifice, puis jaune, puis blanche ; ce sont les *respiraderos*. Les respiraderos ressemblent à une colonne de fumée sortant de la cheminée d'une locomotive, et n'ont pas moins de 6 à 9 mètres de diamètre.

La puissance du jet est très-forte, et sa température supérieure à + 94° C. L'eau des respiraderos a une couleur jaune-verdâtre et répand une odeur soufrée ; elle ronge tout ce qu'on y jette, ce qui fait présumer qu'elle contient des acides [1].

[1] Voyez la relation de M. Laveirière, dans Charton : *Le tour du Monde*, t. IV.

C'est l'eau d'un de ces respiraderos que M Lefort a analysée. Après filtration, c'était un liquide incolore, sans odeur, mais d'une saveur fortement acide, se colorant, vers la fin de la concentration, en jaune, puis en brun de plus en plus foncé, en répandant à la fin l'odeur de substance organique brûlée. 100 cc ont laissé un résidu rougeâtre qui, après la déshydratation complète et la perte totale de l'acide chlorhydrique libre, pesait 0 gr. 696. 1 litre a fourni les résultats suivants, en regard desquels nous mettons la composition des eaux du Paramo de Ruiz et du Rio Vinagre (Nlle-Grenade), déterminée par MM. Boussingault et Leroy.

	Popocatepelt.	*Ruiz.*	*Rio Vinagre.*
Acide chlorhydrique	11,009	0,881	0,91
— sulfurique	3,643	5,181	1,11
Alumine	2,080	0,500	0,40
Soude	0,699	0,360	0,12
Chaux	indices.	0,140	0,13
Magnésie	indices.	0,320	traces.
Silice	indices.	0,183	0,20
Oxyde de fer	0,081	0,365	traces.
Matière organique, Proport.	très-sensible	—	—
Totaux.	17,513	7,930	2,87

M. D.

PLUCKER ET HITTORF. NOUVELLES RECHERCHES SUR L'ANALYSE SPECTRALE. (*Les Mondes, Revue hebdomadaire des sciences et de leurs applications, etc.*, par l'abbé Moigno, 1863, ou *Journal de pharmacie et de chimie*, juin 1863, p. 444.)

Le travail dont nous rendons compte ne nous est connu que par le résumé qu'en a fait M. Poggiale dans le dernier numéro du *Journal de Pharmacie, etc.*, de Paris; il a été publié dans la *Gazette de Cologne*, et en voici les principaux résultats :

L'azote et le soufre ne donnent pas un spectre unique caractéristique, mais, suivant la température, deux spectres très-différents. Le spectre correspondant à la température la moins élevée, celui que les auteurs nomment le *premier spectre*, est formé de bandes plus ou moins larges, plus ou moins régulières, qui se présentent le plus souvent sous l'aspect d'espaces cannelés, sillonnés par des raies noires. Le second spectre, qui correspond à une température plus haute, est formé de raies brillantes sur un fond plus ou moins lumineux. Leur éclat change d'une raie à l'autre d'une manière tout à fait irrégulière.

Le soufre se prête à une expérience frappante : au moment où le *premier spectre* atteint son maximum d'éclat, il disparaît subitement et fait place au second spectre, l'un des plus riches en raies brillantes que les auteurs aient vus. En cessant de chauffer on fait disparaître le *second spectre* et reparaître le premier.

L'oxygène, le chlore, le brôme, l'iode, etc., n'ont qu'un spectre. MM. Plücker et Hittorf ont prouvé par l'analyse spectrale qu'aucun des corps composés, examinés par eux, ne résiste à la décomposition par la chaleur du courant d'induction. On peut dire qu'il n'existe pas de spectre d'un corps composé. L'oxyde de carbone, l'acide carbonique, le gaz oléfiant, etc., sont décomposes et donnent le spectre de la vapeur du carbone, un des plus beaux et les plus curieux que l'on puisse voir.

Selon les auteurs, l'azote présente trois spectres ou trois états moléculaires différents. Dans les deux premiers états, l'azote donne deux *premiers spectres* distincts, correspondant l'un à une incandescence moins forte de couleur jaune, l'autre à une incandescence plus forte, bleue. Dans le troisième état moléculaire, produit par une chaleur beaucoup plus intense, on obtient le *second spectre*. M. D.

A. Berthelot. Sur la diagnose des alcools (*Comptes rendus Acad. Scienc.*, t. LVI, p. 869).

Dans leurs recherches sur la formation des éthers, MM. Berthelot et Péan de St-Gilles ont montré que les divers alcools s'unissent aux acides suivant des proportions à peu près fixes et qui dépendent principalement des équivalents. Si l'on fait réagir, par exemple, des équivalents égaux d'un alcool et d'un acide, la proportion limite d'acide neutralisé sera comprise, en général, entre 65 et 70 p. cent du poids total de l'acide. Ce résultat s'applique également aux alcools monoatomiques et à ceux qui sont polyatomiques. Partant de ce fait, M. Berthelot estime que, s'il s'agit de déterminer l'équivalent d'un alcool, il suffira de faire réagir sur un équivalent d'acide divers poids de cet alcool et de chercher quel est celui qui donne lieu à une neutralisation d'acide comprise entre 65 et 70 centièmes. Cette méthode ne donnera pas, il est vrai, la valeur numérique précise de l'équivalent cherché, mais elle permettra de décider aisément entre deux formules dont l'une serait double de l'autre, et telles que la dernière conduirait à déclarer l'alcool monoatomique, tandis que la première exprimerait qu'il est diatomique.

Exemple : L'analyse du glycol conduit à la formule brute $C^2 H^3 O^2$; il s'agit de savoir si cette formule est la véritable ou si elle doit être doublée.

Nous prenons un équivalent d'acide acétique = 60 et un poids de glycol exprimé par la formule la plus élevée = 62[1], et nous chauffons le tout vers 150°, jusqu'à ce que la limite de saturation soit atteinte. Si 62 parties de glycol expriment un équivalent, nous devons trouver que 40 à 42 parties (sur 60) d'acide acétique ont été neutralisées. L'expérience indique 41, 5 = un équivalent.

Ce genre d'épreuves s'applique aux alcools pour autant qu'ils

[1] H = 1, O = 8, C = 6.

ne sont pas susceptibles de présenter des phénomènes spéciaux d'hydratation ou de déshydratation, comme cela arrive malheureusement avec les principes sucrés (mannite et glucose, par exemple).

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

Sir D. BREWSTER. ON THE PRESSIONE CAVITIES. SUR LES CAVITÉS A PRESSION DES TOPAZES, DES BÉRYLS ET DES DIAMANTS, ET SUR LEURS RAPPORTS AVEC LES THÉORIES GÉOLOGIQUES. (*Philosoph. Magazine*, 1863, t. XXV, p. 174.)

En 1823, 1826 et 1844, l'auteur avait publié des mémoires sur la présence de deux nouveaux fluides placés dans les cavités des pierres précieuses et des minéraux. Ces deux fluides se trouvent quelquefois ensemble dans les mêmes cavités. Ils sont de densités différentes. Le pouvoir de dilatation du plus dense des deux paraît assez semblable à celui de l'huile ou de l'eau; mais l'autre se dilate vingt et une fois plus que l'eau. Les cavités contenant ces fluides sont de capacites différentes et situées à des profondeurs diverses dans le minéral; elles sont ordinairement arrangées en couches, et ces couches sont placées, en général, suivant des plans qui se coupent et qui sont en rapport avec la forme primitive et les formes secondaires du cristal. Quelquefois les plans des couches sont courbes. L'auteur a découvert dans beaucoup de topazes du Brésil et de la Nouvelle-Hollande des cavités contenant des cristaux présentant des formes primitives. Ces cristaux sont fixés ou mobiles; dans quelques cavités l'on aperçoit un, deux ou trois cristaux; chauffés, ils perdent leurs angles, se fendent et finissent par disparaître complétement; d'autres cependant résistent beaucoup à la chaleur. Quelques-uns des premiers se reforment complétement dans les cavités par le refroidissement: quelquefois aussi la matière reste amorphe. Certains arrangements, sur lesquels sir D. Brewster insiste, lui

font penser que les cavités ont été formées dans les topazes pendant qu'elles étaient ramollies, et qu'elles ont enfermé les cristaux avant leur solidification.

Les phénomènes de polarisation aperçus sur les parois des cavités du diamant, indiquent que cette pierre se trouvait à l'état mou lorsqu'elle avait été comprimée par une force élastique venant de l'intérieur de la cavité. Cette conclusion appuie l'idée que le diamant a une origine végétale, et que cette pierre est une exception dans le monde minéral. Dans le Koh-i-nor et dans les deux diamants qui l'accompagnaient, l'auteur a fait les mêmes observations et il les a répétées sur un grand nombre d'autres échantillons. Il a trouvé ces *cavités à pression* (il les nomme ainsi parce que le fluide élastique intérieur en a comprimé le parois) dans les topazes et dans un béryl de l'Inde.

En 1822, lorsque sir H. Davy reconnut la présence de l'eau, du pétrole et des gaz dans les minéraux, il regarda ces faits comme apportant des arguments décisifs en faveur de la théorie ignée des roches cristallines, et en 1826 sir D. Brewster pensait que les fluides élastiques enfermés dans les minéraux n'avaient pu y être placés que lorsque ceux-ci étaient à l'état de fusion ou ramollis par la chaleur; maintenant l'auteur trouve dans les quelques faits nouveaux qu'il a cités un fort appui à cette idée. Il regarde surtout la découverte des *cavités à pression* dans la topaze et dans le diamant comme apportant une preuve très-forte en faveur de l'origine ignée de ces deux minéraux et des roches qui les contiennent.

Pour moi il me semble qu'il est bien difficile de comprendre comment un corps, ramolli par la chaleur et mis en fusion par elle, peut renfermer des fluides aussi élastiques que ceux qui se trouvent dans les cristaux, et je m'appuie sur un travail de M. Élie de Beaumont, dans lequel on lit la phrase suivante : « Beaucoup de géologues sont portés à admettre que tous les filons ont été remplis par l'injection de matières en fusion. Il est cependant difficile d'admettre que des cristaux de quartz contenant des

gouttelettes formées par deux liquides huileux, dont l'un est volatil à la température de 27° centigrades, aient cristallisé dans un bain de quartz en fusion. Or, le quartz fait partie des gangues de la plupart des filons, et le quartz avec gouttelettes liquides est loin d'y être une grande rareté[1]. » A. F.

Sir R.-I. Murchison. Quelques mots sur l'existence du gneiss fondamental ou laurentien, et sur le développement des dépots de l'age permien en Bohême. Extrait d'une lettre adressée à M. de Verneuil, en novembre 1862 (*Bullet. Soc. Géologique de France.* 1862, t. XX, p. 155.)

On se rappelle que sir R.-I. Murchison a reconnu en Écosse la présence d'un gneiss fondamental plus ancien que les gneiss qui sont associés à des roches calcaires renfermant des fossiles siluriens[2]. Ces deux gneiss présentent quelques différences ; les principales consistent en ce que le gneiss ancien ou fondamental est placé au-dessous du gneiss plus récent, et que ses strates sont dirigées du N.-O. au S.-O , tandis que celles du gneiss plus récent sont dirigées du N.-E. au S.-E.

M. Murchison a fait quelques courses en Bohême et en Allemagne pour chercher à établir cette même distinction dans les roches cristallisées. Il a reconnu que les couches inférieures aux terrains siluriens de la Bohême étaient parallèles à ces terrains comme M. Barraude l'avait dit. Dans les environs de Pilsen, de Meiss et de Hof, les roches anciennes appartiennent encore au terrain silurien ou à des terrains moins anciens. Il en est de même des roches placées à la base du bassin silurien du N.-E. de la Bohême. « Il en est autrement, dit M. Murchison, si l'on passe sur les flancs occidentaux du bassin silurien, si admirable-

[1] *Bull. Soc. Géol. de France,* 1847, t. IV, p. 1285, et *Compt. rend. de l'Acad.* 1861, t. III, p. 83.

[2] *Archives,* 1860, t. IX, p. 364, et 1861, t. X, p. 270.

ment mis au jour par le nouveau chemin de fer. Il suffit là d'observer la succession descendante, au S.-O. de Pilsen et en allant à Furth, pour y trouver un gneiss tout à fait distinct de tout ce que j'ai vu aux environs immédiats des roches siluriennes[1]. » Dans les environs de Furth, les roches gneissiques sont dirigées du N.-O. au S.-O. Il paraît que cette direction continue dans le Bœhmerwald-Gebirge, et M. Murchison la retrouve dans les gneiss des gorges du Danube, entre Linz et Passau, ainsi que dans la partie méridionale de la grande chaîne de la Bohème, qui est essentiellement composée d'un gneiss fondamental, contenant beaucoup d'amphibole, du quartz çà et là, et qui est associé à des granites gris à gros grains, auxquels le gneiss semble passer.

Dans son voyage, M. Murchison s'est aussi occupé du terrain permien, auquel M. Geinitz a donné depuis peu le nom de Dyas[2]. Dans le N.-E. de la Bohême et sur les flancs du Riesen-Gebirge, ce terrain est une grande succession de grès et de conglomérats, souvent rouge, dont la partie moyenne ou centrale est composée de schistes noirs, bitumineux, caverneux, chargés de poissons, de reptiles, de plantes, avec un peu de houille et de calcaire plus ou moins bitumineux. M. Jokely, qui vient d'en faire la carte géologique, le nomme Rothliegende et y distingue trois étages divisés en huit sections ; ces trois étages doivent être

[1] Ne voulant pas entrer dans la discussion « sur la position exacte des colonies de M. Barrande, ajoute encore M. Murchison, et n'ayant pas le temps de faire un long examen du terrain, il est de mon devoir de dire qu'à part ce point, toutes les recherches du géologue autrichien, M. Lipold, et de M. le docteur Fritsch, de Prague, n'ont fait que confirmer l'ordre exact de toutes les divisions établies par notre illustre ami. En effet, M. Haidinger a eu la bonté de m'expédier M. Lipold pour m'expliquer en place tous les détails que ce géologue avait insérés dans la nouvelle carte de la partie occidentale du bassin silurien entre Pilsen et Rokitzau. J'ai eu le plaisir de reconnaître que partout ces messieurs ne parlaient des étages de Barrande que comme d'horizons bien déterminés, et lui rendaient toute justice quant à ses grandes vues de classification. »

[2] *Archives,* 1862, t. XIII, p. 150.

ajoutés, d'après M. Geinitz, au Kupferschiefer et au Zechstein, qui leur sont supérieurs. Cet assemblage paraît mal cadrer avec le nom de Dyas.

M. Murchison insiste par divers motifs sur ce que la classification et le nom proposé par M. Geinitz ne lui paraissent pas s'adapter bien à l'étude de ces terrains, auxquels il désire que l'on conserve le nom de Permiens.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Dr B. Gastaldi, Neue Untersuchungen, etc. Nouvelles recherches sur la structure musculaire du cœur (*Wurzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift.* III Bd. 1 Ht.)

Dans son ouvrage sur l'histologie, publié en 1859, M. Kœlliker fait voir la différence qui existe entre les muscles du cœur et les autres muscles; en effet, les premiers présentent une épaisseur moins considérable; ils se divisent facilement en fibriles, possèdent un plus grand nombre de granulations graisseuses, un sarcolemme très-délicat et de nombreuses anastomoses. Les recherches de Weismann [1] ont établi encore une plus grande différence entre les muscles du cœur et les autres muscles à stries transversales. Cet observateur démontre, en effet, que le cœur des animaux sans vertèbres, des poissons, des batraciens ne se compose pendant toute leur existence que de cellules, tandis que chez les reptiles, les oiseaux, les mammifères et chez l'homme les cellules n'existent que pendant la période embryonaire et ne se transforment que plus tard en fibres musculaires.

D'après Weismann, cette transformation s'opère par la fusion de plusieurs cellules; ce qui est en désaccord avec les observations de Remak, Lebert et Kœlliker.

En traitant les muscles des cœurs de grenouilles avec 35 pour

[1] *Archiv. f. Anat. und Phys.* 1861.

cent de potasse, M. Gastaldi a pu observer des cellules fusiformes, pourvues quelquefois à chaque extrémité de deux prolongements; les cellules de l'oreillette étaient un peu plus longues. Le nucléus simple était toujours bien prononcé, de forme ovale, avec un ou deux nucléoles.

Le cœur de Cyprinustinca, traité tantôt de la même manière, tantôt sans potasse, se montre toujours composé de cellules fusiformes plus régulières que chez la grenouille, renfermant toujours un nucléus bien prononcé. Dans le cœur d'un embryon humain de 3 mois et dans celui d'un embryon de veau de 0,13^{mm}, l'auteur n'a trouvé que des cellules à nucléus ovoïde et ses observations confirment sous ce rapport celles de Weismann; mais M. Gastaldi fait voir que la structure cellulaire du cœur continue même pendant un certain temps après la période embryonaire. Le cœur d'un chien tué onze heures après sa naissance se trouvait encore exclusivement composé de cellules fusiformes. Dans un cœur de pigeon de onze jours, on ne trouve que des cellules dont quelques-unes très-allongées; beaucoup de ces cellules n'avaient qu'un nucléus, d'autres en avaient deux très-rapprochés au milieu de la cellule. Les cellules étaient disposées comme celles du prosenchyme des plantes, c'est-à-dire la pointe d'une cellule se trouvait intercalée entre les pointes de deux autres cellules; après l'action de la potasse, on les voyait rangées en petits groupes, d'autres fois en série. Cet arrangement des cellules a pu donner facilement lieu à l'idée d'une fusion. Chez un pigeon de 23 jours, la structure générale du cœur était encore la même, avec la seule différence que les cellules à deux nucléus dépassaient de beaucoup celles qui n'en avaient qu'un seul. Un pigeon de cinq semaines présentait très-peu de cellules à un nucléus, davantage de celles à deux et un assez grand nombre de celles à trois nucléus. On trouvait même quelques cellules allongées en fibres qui avaient quatre nucléus et de nombreuses fibres parfaitement formées avec de nombreux muscles qui étaient sur le point de se diviser en deux. Chez un pigeon adulte le cœur ne renfermait que des fibres

parfaites. Il résulte donc des observations faites par M. Gastaldi sur des cœurs de pigeons, que les fibres musculaires du cœur ne sont pas le résultat de la fusion de plusieurs cellules, et qu'il faut par conséquent les considérer comme de véritables faisceaux primitifs.

Quant à la position des nucléus, l'auteur les a toujours vus dans l'axe de la fibre chez tous les oiseaux et les mammifères qu'il a examinés, caractère qui ne se trouve que dans la fibre embryonaire des muscles du mouvement volontaire ; il en conclut que la structure musculaire du cœur présente chez les vertébrés une phase de développement inférieure des fibres du mouvement volontaire. J.-B. S.

Prof. Schenk. Bermerkungen, etc. Observations sur quelques plantes du calcaire lithographique (*Wurzb. Nat. Zeitz.*, III Bd. 2 Ht.).

Le genre Caulerpites établi par Sternberg renferme des plantes qui autrefois furent regardées comme des Algues. Unger, en examinant quelques espèces de ce genre appartenant à la formation jurassique, démontra que ces plantes devaient être rangées dans la famille des Conifères ; il forma pour elles le genre Arthrotaxites. On a trouvé A. Cycopodioïdes avec des cônes dans les schistes lithographiques de Solenhofen. Caulerpites princeps Sternb., C. colubrinus St., C. sertularia St., C. elegans St., C. laxus et C. ocreatus Presl. appartiennent à l'Arthrotaxites princeps Ung.; Baliostichus ornatus St., autrefois regardé comme une Algue, est devenu Arthrotaxites Baliostichus Ung.

L'auteur, après avoir examiné la collection paléontologique de Munich, confirme l'opinion d'Unger, et il assigne leur véritable place à quelques autres espèces du genre Caulerpites et Halymenites. D'après lui, il faut ranger dans l'Arthrotaxites princeps Ung. les exemplaires originaux venant de la collection du comte

Münster, du Caulerpites bipinnatus Mstr., Halymenites elegans Mstr. et H. Truncatus Mstr.

L'auteur range dans Arthrotaxites Frischmanni Ung. le Caulerpites longirameus Presl (l'original de la plante figurée dans *Flora der Vorwelt*, par Sternberg), C. parallelus Mstr., C. intermedius Mstr., C. flexuosus Mstr. J.-B. S.

HEINRICH MULLER. BEMERKUNGEN, ETC. REMARQUES SUR LES CONES DE LA TACHE JAUNE CHEZ L'HOMME (*Würzburger naturw. Zeitschrift*, Bd. II, p. 218). — *Le même :* UEBER DIE NETZHAUTGEFÆSSE, ETC. SUR LES VAISSEAUX DE LA RÉTINE CHEZ LES EMBRYONS (*Ibid.*, p. 221). — *Le même :* UEBER DAS AUGE, ETC. SUR L'ŒIL DU CAMÉLÉON (*Ibid.*, Bd. III, p. 10).

Si les cônes sont bien réellement les éléments percepteurs de la rétine, comme les recherches soutenues de MM. Heinrich Müller, Kœlliker, Schultze, etc., tendent à l'établir depuis quelques années, l'acuité de la vision semble devoir être en raison inverse du diamètre de ces bâtonnets, à condition, toutefois, que l'on compare entre eux des yeux pour lesquels des points d'intersection des rayons lumineux soient également distants de la rétine. Quelque hypothétique que soit cette thèse, puisqu'il nous est impossible de mesurer l'acuité de la vision chez les animaux, il devient tous les jours plus important d'obtenir des mesures exactes du diamètre des cônes. Ce diamètre varie chez l'homme, dans la tache jaune, entre 0^{mm},002 et 0^{mm},005, d'après les mesures concordantes de M. Müller et de M. Schultze ; exceptionnellement il paraît être même moindre pour quelques cônes isolés. Mais bien des animaux ont des cônes plus minces encore et paraissent devoir l'emporter sur l'homme pour l'acuité de la vision ; tel est le cas pour le caméléon, dont M. Müller vient d'étudier l'œil avec beaucoup de soin. Les cônes n'ont en effet, chez ce reptile, dans la fosse centrale (dont il est aussi bien

pourvu que l'homme, les quadrumanes et divers autres vertébrés signalés par M. Müller), qu'un diamètre de $0^{mm},001$. On pourrait être tenté d'en conclure que le caméléon peut distinguer des objets deux ou trois fois plus petits que l'homme. Cependant une telle conclusion serait imprudente. Il ne faut, en effet, pas oublier que l'œil du caméléon est relativement petit, et que le faible diamètre des cônes de sa rétine, comparés à ceux de l'homme, se trouve jusqu'à un certain point compensé par la moindre distance des points d'intersection des rayons lumineux à la rétine.

L'œil du caméléon se distingue, du reste, par d'autres particularités. La rétine ne renferme que des cônes et point de bâtonnets; elle offre par conséquent, dans toute son étendue, la même structure que la tache jaune de l'œil humain. Ces cônes sont en outre relativement fort longs, ce qui semble indiquer une certaine supériorité visuelle, car, chez l'homme, les singes et les oiseaux, les cônes de la fosse centrale sont plus longs que ceux du reste de la rétine. A plusieurs autres égards, la rétine de ce reptile paraît présenter certains caractères de supériorité.

L'œil du caméléon rappelant celui des oiseaux par sa forme générale, par son anneau sclérotical antérieur, par son cartilage sclérotical postérieur, par son peigne choroïdien et même par son muscle cramptonien [1], il serait intéressant de rechercher s'il participe à une disposition très-étrange que M. Müller a découverte chez les oiseaux, à une époque où il n'avait plus d'yeux de caméléon à sa disposition. Nous voulons parler de l'existence de deux fosses centrales dans chaque œil, l'une servant à la vision monoculaire, l'autre à la vision binoculaire.

Enfin, M. Müller nous apprend que les embryons des mammifères ont pendant longtemps une rétine dépourvue de vais-

[1] M. Müller montre en effet que le muscle décrit chez le caméléon par M. Brücke, sous le nom de tenseur de la choroïde, correspond principalement au muscle cramptonien, bien qu'une partie de ses fibres paraisse bien jouer le rôle de muscle ciliaire.

seaux. Tel est le cas pour des embryons humains, longs de huit centimètres et demi du vertex au coccyx. Ils représentent donc un état qui est persistant chez les oiseaux, les reptiles et les poissons [1]. M. Græfe a décrit un cas d'absence congénitale des vaisseaux de la rétine chez l'homme. Cette anomalie se réduirait par conséquent à un arrêt de développement.

Dr H. SCHAUM. OF THE COMPOSITION, etc. DE LA COMPOSITION DE LA TÊTE ET DU NOMBRE DES SEGMENTS ABDOMINAUX CHEZ LES INSECTES (*Annales and Mag. of Nat. History*. Mars 1863, p. 173).

Plusieurs embryogénistes et anatomistes considèrent la tête des arthropodes comme étant normalement composée de plusieurs segments. Cette opinion est basée sur la présence de plusieurs paires d'appendices céphaliques. M. Huxley, par exemple, estime à six le nombre des segments céphaliques chez les insectes, ce nombre étant réduit à cinq chez les insectes qui ne possèdent qu'une seule paire d'antennes [2]. M. Schaum n'étant point convaincu que chaque segment ne puisse jamais porter plus d'une paire d'appendices, voit une pétition de principe dans l'argumentation qui revendique une multiplicité de segments pour la tête des insectes, parce que cette tête porte plusieurs paires d'appendices. Les segments thoraciques peuvent porter des appendices tergaux (ailes) aussi bien que des appendices ventraux (pieds). Or, il serait fort possible que les yeux et les antennes fussent les appendices tergaux des segments, dont les mandibules et les maxilles sont les

[1] Nous avons attribué récemment la découverte des rétines anangiennes à M. Hyrtl (*Archives*, juin 1863, p. 134). M. Müller paraît l'avoir faite déjà antérieurement (dès 1856).

[2] Nous rappellerons que, d'après M. Zaddach, les antennes des larves d'insectes correspondraient aux antennes de la seconde paire des crustacés, et les antennes des insectes parfaits à celles de la première paire. S'il en était ainsi, on retrouverait aussi chez les insectes les six segments céphaliques.

appendices sternaux. Dans ce cas, le nombre des segments céphaliques se trouverait réduit à trois. Mais cette réduction ne paraît pas encore suffisante à M. Schaum, car il pense qu'un segment peut porter plusieurs paires d'appendices ventraux. Il appuie cette opinion sur les segments abdominaux des Julides, qui sont munis, comme l'on sait, chacun de deux paires de pattes. Il est vrai que l'on considère d'ordinaire ces segments comme étant virtuellement composés de deux. Mais cette interprétation repose précisément sur l'existence des deux paires de pattes et ne peut par conséquent rien prouver ici. M. Schaum pense même pouvoir conclure des observations et des figures de Newport que les segments abdominaux des Julides ne présentent aucune trace de duplicité dans leur développement. Quels sont en définitive les caractères d'un segment ou somite? C'est d'abord d'être séparé des segments voisins par une ligne de démarcation transversale dans les téguments, au moins dans le premier âge. C'est ensuite de constituer un anneau composé d'un arceau dorsal et d'un arceau ventral. C'est enfin d'avoir son appareil musculaire spécial et son ganglion nerveux[1]. Or, d'après de tels caractères, il est impossible, dit M. Schaum, d'attribuer à la tête des insectes plus d'un seul segment. Même chez la larve, il n'existe jamais plus d'un ganglion de la chaîne nerveuse ventrale dans la tête.

M. Schaum applique également ses vues sur la constitution du segment à l'étude des segments de l'abdomen, et il arrive à la conclusion que dans *aucun cas* leur nombre chez les insectes ne peut dépasser neuf. Chez les insectes à métamorphoses complètes cette opinion est déjà justifiée par la circonstance que les larves n'ont jamais plus de treize segments, tête comprise. MM. Newport et Westwood ont, il est vrai, parlé d'un quatorzième segment chez les larves d'hyménoptères aculées et des scarabéïdes, de même

[1] L'importance de ce dernier caractère nous paraît contestable. Les protozonites ou segments primitifs existent chez l'embryon sans muscles et sans ganglions. Les segments abdominaux des arachnides ne renferment de ganglions à aucune époque de la vie.

que quelques lépidoptérologistes parlent d'un segment anal surnuméraire chez certaines chenilles. Toutefois Erichson et M. Stein ont prouvé depuis longtemps qu'il ne s'agit point là d'un véritable segment, mais d'une simple protrusion de l'anus. Les neuf segments typiques ne sont d'ailleurs point d'ordinaire tous visibles chez l'insecte à métamorphose complète à l'état adulte, le nombre des arceaux ventraux est même toujours inférieur à celui des arceaux dorsaux. Le dernier arceau dorsal et souvent aussi le pénultième disparaissent de l'extrémité de l'abdomen, étant retirés à l'intérieur pendant la phase de nymphe. Quant aux arceaux ventraux, le dernier, le pénultième et même l'antépénultième peuvent être de la même manière rétractés à l'intérieur. En outre, le premier, et quelquefois aussi le second, disparaissent à la base de l'abdomen pour se retirer en dedans et former une espèce de *phragma* entre le thorax et l'abdomen. Dans ce cas l'arceau ventral, qui paraît être le premier, correspond au second ou même au troisième arceau tergal. C'est ce qui explique pourquoi le nombre des arceaux ventraux apparents est réduit quelquefois chez les insectes parfaits à cinq, six ou sept et celui des arceaux dorsaux à sept, huit ou neuf.

Le premier arceau tergal de l'abdomen est toujours reconnaissable à sa paire de larges stigmates si caractéristiques de cet anneau chez les larves. Ce caractère permet d'éviter des erreurs lorsque ce segment se trouve intimement uni au métathorax, comme c'est le cas chez les Staphylinides et les Hyménoptères aculées [1].

Chez les insectes à métamorphose incomplète la larve ne présente pas une organisation assez simple pour servir, comme dans le cas précédent, à déterminer les segments abdominaux. Toute-

[1] M. Schaum est donc en faveur de l'opinion déjà soutenue par Audouin et Latreille que le postcultellum du métathorax chez les hyménoptères aculées est l'homologue du premier segment abdominal chez les autres insectes. Ce qu'on appelle le thorax chez une guêpe est donc en réalité le thorax plus le premier segment abdominal.

fois les stigmates fournissent des points de repère suffisants. En effet, tous les arceaux dorsaux de l'abdomen, sauf le dernier, présentent une paire de stigmates dans la membrane qui réunit l'arceau tergal à l'arceau ventral, et ces stigmates atteignent un diamètre exceptionnel dans le premier segment abdominal. A l'aide de ce critère il est facile de s'assurer que dans ce cas aussi le nombre des segments de l'abdomen n'est jamais supérieur à neuf.

Les résultats des études de M. Schaum s'accordent peu, comme on le voit, avec ceux auxquels M. Lacase-Duthiers est arrivé dans son mémoire sur l'armure génitale des insectes, puisque cet auteur place l'ouverture anale au *onzième* segment chez les Névroptères, les Orthoptères et les Hémiptères. M. Lacase compte en outre trois segments entre la vulve, sensée s'ouvrir entre le 8me et le 9me segment et l'anus. Or, d'après M. Schaum, l'anus et la vulve s'ouvrent tous deux chez les Orthoptères entre le dernier arceau dorsal et le dernier arceau ventral, c'est-à-dire entre le neuvième dorsal et le septième ventral lorsque le nombre de ces arceaux est à son maximum. M. Schaum met d'ailleurs en doute l'exactitude des vues de M. Lacase, d'après lesquelles les différents organes génitaux femelles, tels que l'aiguillon, la tarière, l'ovipositeur (dont la composition homologue avait déjà été clairement établie par M. Westwood chez les Hyménoptères) seraient des modifications du neuvième segment abdominal. Ce n'est que par des observations d'embryogénie qu'un semblable fait pourrait être établi. Or, les recherches d'Erichson sur les nymphes de Coléoptères semblent bien plutôt montrer que les pièces dures de l'appareil génital se développent indépendamment des derniers segments. M. Lacase est parti du principe que tout segment est composé normalement de six parties, dont trois tergales (un tergum et deux épimères) et trois sternales (un sternum et deux épisternaux), et qu'il porte deux paires d'appendices, l'une tergale (tergorhabdites *Lac*), l'autre sternale (sternorhabdites *Lac*). Dans cette hypothèse il rapporte les différentes pièces de l'appareil

copulateur au sternal, aux épisternaux, aux épimères, au tergum, aux sternorhabdites et aux tergorhabdites du neuvième segment. Toutefois M. Schaum remarque que ces différentes parties ne peuvent être distinguées que dans les segments porteur d'ailes, et même dans ce cas les épimères sont des parties sternales et point tergales comme celles que M. Lacase-Duthiers leur assimile dans le neuvième segment.

HERMANN AUBERT. DIE CEPHALOPODEN, etc. LES CÉPHALOPODES D'ARISTOTE AU POINT DE VUE DE L'ANATOMIE, DE LA ZOOLOGIE ET DE L'HISTOIRE NATURELLE (*Zeitschr f. wis. Zool.* t. XII, 1862, p. 572). — PAUL GERVAIS. DES NOTIONS RELATIVES AUX CÉPHALOPODES QUI SONT CONSIGNÉES DANS ARISTOTE.

Les travaux relativement récents de MM. Delle Chiaje, Férussac et d'Orbigny, Kœlliker, von Siebold, Vérany, Vogt, Rud. Leuckart, Heinrich Müller, Steenstrup, Claus, ont remis en honneur une foule d'observations d'Aristote relatives aux Céphalopodes, observations que les commentateurs avaient souvent mal interprétées, souvent aussi considérées comme des fables. Il est aujourd'hui avéré que les Céphalopodes de la Méditerranée étaient beaucoup mieux connus du Stagyrite que des naturalistes antérieurs à Cuvier. Bien plus, il est incontestable que sur bien des points notre connaissance de ces animaux n'égalait pas celle d'Aristote il y a à peine quelques années.

Ce n'est donc pas sans intérêt que nous voyons apparaître deux mémoires qui établissent encore plus clairement que les travaux de MM. Vérany, Roulin et Steenstrup quelles étaient les notions d'Aristote sur les Céphalopodes. Le mémoire de M. Aubert est antérieur de cinq mois à celui de M. Gervais et plus étendu que ce dernier. Il ne paraît pas cependant que M. Gervais ait eu connaissance de sa publication, dont il aurait pu profiter pour combler quelques lacunes de son intéressante étude. Quoi qu'il en soit, les deux mémoires nous enseignent combien les

recherches d'Aristote ont été approfondies et combien peu nous sommes en droit de rejeter certaines assertions de ce grand anatomiste, qui n'ont pas été confirmées jusqu'ici. N'avait-il pas connaissance même de l'embryogénie de ces mollusques, et ne remarquait-il pas déjà que seuls ils présentent pendant leur développement une attache céphalique du vitellus? N'avait-il pas vu les chromatophores se former dans l'œuf, etc?

Quant à l'identification des espèces d'Aristote avec les espèces de la zoologie moderne, elle laisse encore à désirer. Nous voyons, en effet, M. Gervais rapporter le Τεῦθος d'Aristote au grand Calmar et son Τευθίς à l'Ommastrèphe de la Méditerranée, tandis que M. Aubert rapporte le premier au *Sepiotheutis sicula* et le second au grand Calmar.

Chacun reconnaît aujourd'hui qu'Aristote connaissait beaucoup mieux la génération des Céphalopodes que les naturalistes modernes antérieurs à 1850. Mais a-t-il connu les hectocotyles de certains Octopodides comme ceux dont MM. Vérany et H. Müller ont fait la découverte en 1850, ou bien a-t-il eu seulement connaissance du bras hectocotylisé non séparable d'autres Acétabulifères. M. de Siebold soutient la première opinion et M. Steenstrup la seconde. M. Aubert en émet aujourd'hui une troisième. Les données très-circonstanciées d'Aristote lui permettent d'établir que l'octopode chez lequel cet observateur et les pêcheurs grecs avaient constaté l'hectocotylisation n'a pas encore été retrouvé.

Cl. Bernard. Recherches expérimentales sur les fibres vasomotrices du nerf symphatique (*Journal de la physiologie*, t. V, 1862, p. 383.)

M. Bernard a déjà montré pour la tête que les fibres nerveuses qui se rendent aux vaisseaux sont topographiquement distinctes de celles qui se rendent aux muscles de la vie animale. Il montre aujourd'hui que cette remarque doit s'étendre aux extrémités.

Dans ce but il fait la section du plexus lombosacré dans le bassin ou celle du nerf sciatique au moment où il naît de ce plexus. On observe alors dans le membre inférieur une paralysie du sentiment et du mouvement accompagnée d'une augmentation de vascularisation et de température. Si au lieu de faire l'expérience de cette manière, on fait dans le canal vertébral la section de toutes les racines des nerfs qui forment le plexus lombosacré, on obtient bien la paralysie du mouvement et du sentiment, mais pas de phénomènes vasculaires. Les fibres vasomotrices du plexus proviennent, en effet, du sympathique, comme on peut le prouver en faisant chez un chien la section de la chaîne ganglionnaire entre la 5me et 6me vertèbre lombaire. Cette section fait apparaître, en effet, immédiatement les phénomènes vasculaires. Des expériences de même nature enseignent que les fibres vasomotrices du membre supérieur proviennent du premier ganglion thoracique.

Une seconde série d'expériences de M. Bernard est relative à l'influence du ganglion sous-maxillaire sur la sécrétion de la salive. On commence par couper la communication du ganglion avec le centre céphalorachidien, ce qui a lieu par la section du nerf tympanico-lingual ; puis on irrite le nerf lingual par l'introduction de substances excitantes dans la bouche ou par l'application de courants d'induction sur le tronc du nerf. Immédiatement la sécrétion de la salive augmente, ce qui n'a point lieu lorsque le ganglion sous-maxillaire a été préalablement enlevé. Il existe donc une double communication réflexe entre la muqaeuse de la bouche et la glande sous-maxillaire, d'abord par le cerveau, puis par le ganglion sous-maxillaire. Toutefois le ganglion ne garde ses propriétés de centre réflexe que pendant un certain temps après avoir été séparé du centre céphalorhachidien.

Chose étrange, la glande sous-maxillaire, après avoir été privée de toute communication nerveuse avec le centre céphalorhachidien et avec le ganglion sous-maxillaire, ne reste point à l'état de repos! Seulement sa sécrétion qui, dans les circonstances ordinaires, est intermittente, devient continue.

Enfin, M. Bernard rapporte une troisième série d'expériences

ayant pour but d'élucider les phénomènes oculopupillaires après la section de la partie cervicale du sympathique. Cette section entraîne, comme l'on sait : 1° une augmentation de vascularisation, de température et de sensibilité du côté correspondant de la tête ; 2° une contraction de la pupille ; 3° un affaissement du globe de l'œil dans l'orbite avec saillie de la troisième paupière ; 4° un aplatissement de la cornée avec collapsus du globe de l'œil. En revanche, l'irritation du bout du sympathique supérieur à la section amène la dilatation de la pupille, l'ouverture de la fente palpébrale avec saillie du bulbe oculaire, la contraction des vaisseaux et la diminution de la sensibilité. Tous ces phénomènes peuvent se répartir en deux catégories : les phénomènes de vascularisation et les phénomènes oculomoteurs, qui doivent être rapportés à des nerfs distincts.

M. Bernard a reconnu que les fibres oculomotrices quittent la moëlle épinière par les racines antérieures des deux premières paires dorsales. C'est donc de ce point de la moëlle que naissent non-seulement les nerfs ciliaires, mais encore tous les nerfs qui produisent les effets oculomoteurs que nous avons décrits [1]. Quant aux fibres nerveuses qui produisent les phénomènes de vascularisation, elles ont une autre origine. C'est ce que M. Bernard prouve en opérant la section du sympathique entre la seconde et la troisième côte. Les phénomènes de vascularisation se produisent alors seuls, sans être accompagnés de phénomènes oculomoteurs.

On peut d'ailleurs signaler encore une différence entre les fibres oculomotrices et les fibres vasomotrices au point de vue physiologique. En effet, l'excitation d'un nerf de sentiment quelconque amène des mouvements réflexes dans *les deux yeux*. Au contraire, les phénomènes vasculaires réflexes ne se manifestent jamais que du côté de l'irritation et ne peuvent être déterminés que dans certaines régions circonscrites.

[1] Aussi M. Bernard préfère-t-il le nom de région oculo-spinale à celui de région cilio-spinale généralement employé depuis la découverte de M. Budge.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

PENDANT LE MOIS DE JUIN 1863.

Le 1er, éclairs au SE. dans la soirée et pendant la nuit.

6, de 6 h. 30 m. à 7 h. 15 m. du matin, on voit l'arc tangent supérieur au halo ordinaire; plus tard, de 8 h. 45 m. à 1 h., le halo lui-même est visible et parfois très-brillant.

10, trois violents orages, accompagnés de fortes et nombreuses décharges électriques, éclatent successivement dans l'après-midi et dans la soirée, en suivant la direction de SSO. au NNE.; le premier atteint sa plus grande intensité vers 3 h. 20 m., le second vers 4 h., le troisième vers 7 h. du soir; vu leur succession rapide, on a entendu le tonnerre presque sans interruption de 2 h. 30 m. à 8 h. 15 m. Ces orages ont été accompagnés et suivis d'une pluie très-abondante : du 10, à 3 h., au lendemain à la même heure, il a plu pendant 24 heures et l'eau tombée s'élève à 50mm,5. Dans l'après-midi du 10, le baromètre a présenté des oscillations assez considérables : 2 h. 721mm,02; 2 h. 35 m. 720mm,30; 3 h. 720mm,54; 3 h. 15 m. 721, 43; 3 h. 30 m. 721,41; 3 h. 45 m. 721mm,53; 4 h. 721mm,82; 4 h. 15 m. 721mm,93; 4 h. 30 m. 721mm,46; 4 h. 45 m. 721,67; 5 h. 721, 17; 5 h. 15 m. 721mm, 37; 6 h. 721mm,87; 8 h. 721mm,46; 10 h. 722mm,31.

12, le matin il a neigé sur le Môle jusqu'à moitié hauteur et aussi sur le Jura; cette neige n'a entièrement disparu que le 14; dans la soirée, averse et violents coups de vent du Sud.

17, halo solaire de 9 h. 30 m. à 10 h. 15 m. et de 11 h. 35 m. à 1 h. 30 m.; dans la soirée trois orages traversent successivement la vallée du Sud au Nord; les deux premiers passent à l'Est de l'Observatoire, le troisième à l'Ouest; de 7 h. 30 m. à 9 h. on entend le tonnerre, les éclairs sont encore visibles au Nord après 10 h. du soir.

18, deux orages éclatent dans la soirée, le premier passe du NO. au NE. au Nord de l'Observatoire : de 9 h. 15 m. à 10 h. 45 m. les éclairs et tonnerres se succèdent sans interruption; le second orage passe du SO. au Nord et atteint sa plus grande intensité à 10 h. 30 m.

26, tonnerres au NE. de 3 h. 25 m. à 3 h. 50 m. de l'après-midi; éclairs pendant toute la soirée par un ciel parfaitement clair.

27, couronne lunaire toute la soirée; faible halo lunaire à 9 h. 30 m.; éclairs au Sud et à l'Est.

28, éclairs et tonnerres de 8 h. 45 m. à 10 h. 30 m. du matin; l'orage passe du SSO. au NE. et atteint sa plus grande intensité de 9 h. 30 m. à 9 h. 45 m.; forte averse à ce moment. Entre 11 h. et midi un second orage éclate à l'Est de l'Observatoire en suivant la direction du Sud au Nord. Un troisième orage plus violent que les précédents éclate dans la soirée; les éclairs et tonnerres se succèdent presque sans interruption depuis 8 h. du soir jusques vers minuit; la plus grande intensité a lieu à 9 h. 30 m.; à ce moment il tombe une pluie diluvienne accompagnée de violents coups de vent. La foudre est tombée sur plusieurs points dans le canton, soit pendant l'orage du matin, soit pendant celui du soir.

29, éclairs et tonnerres à l'ESE. depuis 6 h. 10 m. à 7 h. 15 m. du soir, l'orage passe du Sud au Nord à l'Est de l'Observatoire; à 6 h. 50 m. quelques coups de tonnerre au SO. provenant d'un second nuage orageux qui suit la direction du Sud au Nord à l'Ouest de l'Observatoire.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3, à 6 h. matin. .	729,52	6, à 4 h. soir.....	720,98
9, à 8 h. matin...	727,28	10, à 2 h. 35 soir..	720,30
11, à 10 h. matin..	724,16	12, à 6 h. matin..	721,46
14, à 10 h. soir.....	730,48	18, à 8 h. soir.....	721,55
22, à 8 h. matin...	732,78	23, à 6 h. soir.....	729,07
26, à 10 h. matin...	731,92	29, à 4 h. soir.....	725,07

GENEVE. — Juin 1863.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec a fraction norm.	Fract. de saturation. Minimum	Fract. de saturation. Maximum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim	millim.	o	o	o	o	mm.	millim.					mm.				o		pouces
1	727,29	+ 1,47	+15,63	+0,51	+13,3	+19,1	8,43	−0,50	660	− 60	530	810	...	..	N. 2	0,36	18,2	+ 5,6	44,5
2	727,71	+ 1,83	+15,24	−0,01	+ 9,5	+20,0	7,17	−1,83	572	−147	410	700	...	..	NNE. 1	0,01	17,3	+ 4,6	44,7
3	728,72	+ 2,78	+18,50	+3,13	+ 7,0	+27,0	8,67	−0,39	542	−177	330	770	.	..	variable	0,33	17,6	+ 4,7	44,8
4	727,35	+ 1,35	+21,94	+6,45	+15,1	+28,0	10,75	+1,62	578	−141	360	820	1,8	2	variable	0,52	16,6	+ 3,6	45,0
5	727,27	+ 1,21	+17,16	+1,55	+14,8	+20,4	8,38	−0,81	602	−116	480	660	...	..	N. 1	0,60	16,1	+ 3,0	46,0
6	722,25	− 3,87	+16,35	+0,62	+ 8,6	+22,6	9,57	+0,32	702	− 16	400	940	6,5	6	SSO. 2	0,76	16,4	+ 3,2	46,7
7	722,89	− 3,39	+17,80	+1,95	+10,3	+23,0	8,54	−0,77	582	−135	400	790	...	..	SSO. 2	0,74	.	....	48,2
8	724,29	− 1,95	+15,71	−0,26	+14,8	+18,9	11,01	+1,64	851	+135	710	880	15,8	10	S. 1	0,93	10,0	− 3,5	49,1
9	726,03	− 0,27	+16,41	+0,32	+12,1	+22,2	9,77	+0,34	715	0	500	850	.	.	variable	0,48	9,9	− 3,7	50,0
10	722,10	− 4,25	+ 6,00	−0,20	+10,1	+23,6	11,74	+2,25	864	+150	630	960	20,0	7	variable	0,90	13,6	− 0,4	51,0
11	723,74	− 2,67	+10,84	−5,47	+ 9,1	+15,0	8,81	−0,74	928	+214	780	960	30,6	14	variable	0,76	14,8	+ 1,0	51,8
12	724,36	− 2,10	+ 9,30	−7,12	+ 6,3	+13,2	7,38	−2,23	856	+143	650	960	8,9	11	SSO. 1	0,96	14,8	+ 0,8	53,0
13	727,76	+ 1,24	+13,04	−3,49	+ 7,4	+17,2	6,62	−3,04	611	−101	400	770	1,4	4	SSO. 2	0,87	11,6	− 2,5	54,1
14	729,89	+ 3,32	+14,38	−2,26	+ 9,7	+19,4	7,98	−1,73	677	− 34	450	930	..	..	SSO. 1	0,83	...	.. .	54,5
15	729,70	+ 3,07	+15,12	−1,62	+11,7	+21,7	10,17	+0,41	808	+ 98	540	910	...	..	N. 1	0,71	8,9	− 5,4	55,0
16	727,80	+ 1,11	+17,11	+0,27	+ 9,8	+22,1	9,91	+0,10	633	− 16	480	910	...	..	N. 1	0,20	12,9	− 1,5	55,2
17	726,60	− 0,14	+19,38	+2,44	+10,1	+25,2	10,21	+0,55	628	− 80	420	860	0,9	2	SSO. 1	0,69	14,5	− 0,1	55,5
18	724,37	− 2,43	+18,88	+1,84	+11,9	+26,1	12,04	+2,14	750	+ 43	440	900	...	..	variable	0,56	15,4	+ 0,7	56,2
19	723,84	− 3,02	+12,85	−4,29	+10,5	+20,5	9,67	−0,28	902	+196	740	910	29,1	15	S. 1	0,91	15,0	+ 0,2	56,3
20	725,11	− 1,80	+11,97	−5,26	+ 8,7	+14,2	8,28	−1,71	802	+ 97	610	900	6,7	9	SSO. 3	0,94	12,8	− 2,1	56,5
21	730,29	+ 3,33	+13,53	−3,79	+10,5	+16,3	10,10	+0,07	883	+179	740	950	8,5	10	SSO. 1	1,00	..	....	57,0
22	731,76	+ 4,75	+17,28	−0,13	+11,7	+22,7	10,60	+0,53	741	+ 38	410	940	...	..	N. 1	0,30	11,1	− 4,1	58,5
23	730,30	+ 3,24	+18,33	+0,83	+10,6	+24,0	11,32	+1,21	724	+ 22	470	890	...	..	N. 1	0,23	12,9	− 2,4	59,0
24	730,15	+ 3,04	+19,74	+2,16	+10,6	+27,0	13,58	+3,43	774	+ 73	620	880	...	..	N. 1	0,03	15,7	+ 0,3	59,2
25	730,99	+ 3,83	+23,31	+5,65	+14,0	+28,9	11,34	+1,15	562	−137	320	890	...	..	SSO. 2	0,11	16,9	+ 1,4	59,8
26	731,25	+ 4,04	+21,80	+4,06	+14,9	+27,1	14,16	+3,93	732	+ 34	530	870	..	.	N. 1	0,41	17,8	+ 2,2	59,0
27	729,46	+ 2,20	+23,95	+6,14	+15,5	+29,5	13,43	+3,16	622	− 75	400	830	...	..	SSO. 1	0,13	18,0	+ 2,3	59,2
28	727,37	+ 0,07	+19,61	+1,73	+16,1	+23,1	14,88	+4,58	883	+187	730	990	32,4	6	variable	0,86	...	...	59,8
29	726,27	− 1,07	+20,65	+2,70	+15,7	+26,0	14,32	+3,99	788	+ 93	570	940	...	..	variable	0,73	17,9	+ 1,9	60,2
30	731,42	+ 4,04	+17,76	−0,26	+15,1	+21,1	11,76	+1,40	790	+ 96	660	890	2,0	2	N. 1	0,86	16,7	+ 0,6	60,5

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1863.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	726,13	726,12	726,01	725,62	725,13	724,81	724,76	725,10	725,56
2e »	726,08	726,46	726,62	726,49	726,33	725,92	725,77	726,11	726,62
3e »	730,12	730,43	730,35	730,01	729,64	729,25	729,12	729,60	730,40
Mois	727,44	727,67	727,66	727,37	727,03	726,66	726,55	726,94	727,53
Température.									
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade	+13,89	+16,55	+18,59	+20,41	+21,06	+20,48	+19,42	+17,20	+15,98
2e »	+12,07	+14,38	+15,72	+15,96	+16,11	+18,18	+17,10	+14,37	+12,95
3e »	+16,12	+19,89	+21,38	+22,34	+23,48	+22,99	+22,35	+20,08	+17,95
Mois	+14,03	+16,91	+18,53	+19,58	+20,22	+20,55	+19,62	+17,22	+15,63
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	9,46	9,46	9,11	9,32	9,62	9,39	9,59	9,59	9,44
2e »	9,31	9,53	9,22	8,78	8,82	8,60	9,13	9,33	9,61
3e »	12,12	12,93	13,02	12,36	12,82	12,49	12,18	12,78	12,59
Mois	10,30	10,64	10,45	10,16	10,42	10,12	10,30	10,57	10,54
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade,	794	668	583	534	531	516	586	661	721
2e »	881	774	699	661	666	565	632	764	852
3e »	886	750	698	626	605	611	619	733	824
Mois	854	731	660	607	601	574	612	719	792

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhone.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o		o	mm	p.
1re décade,	+11,56	+22,48	0,56	15,08	44,1	47,0
2e »	+ 9,52	+19,46	0,71	13,11	77,6	54,8
3e »	+13,47	+24,59	0,47	15,87	42,9	59,2
Mois	+11,52	+22,18	0,59	14,73	164,6	53,7

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,59 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 49°,4 O. et son intensité est égale à 33 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1863.

Le 11, forte grêle pendant quelques minutes vers les 3 heures: depuis 3 h. 10 m. éclairs et 5 coups de tonnerre dans la direction de l'Ouest.

19, éclairs et tonnerres vers les 3 heures du matin, à 11 h. $^1/_2$ et à 4 h. $^1/_2$ du soir.

28, orage et grêle entre midi $^1/_2$ et midi $^3/_4$.

SAINT-BERNARD. — JUIN 1863.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Ecart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température, C. Moyenne des 24 heures.	Température, C. Ecart avec la température normale.	Température, C. Minimum.[1]	Température, C. Maximum.[1]	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim,	millim.	millim.	o	o	o	o	mm	mm			
1	566,03	+ 0,78	565,79	566,61	+ 3,16	+ 0,72	+ 1,8	+ 5,6	......	......	......	NE. 1	0,46
2	566,69	+ 1,34	566,01	567,81	+ 3,93	+ 1,37	+ 2,4	+ 6,9	......	......	......	NE. 1	0,29
3	568,80	+ 3,35	567,73	569,48	+ 4,97	+ 2,29	+ 2,1	+ 8,0	......	......	......	NE. 1	0,10
4	568,50	+ 2,95	568,15	569,11	+ 6,06	+ 3,26	+ 4,4	+ 9,5	......	......	......	NE. 1	0,84
5	565,98	+ 0,32	565,39	566,61	+ 2,52	— 0,10	+ 1,6	+ 5,0	......	1,4	3	NE. 1	0,82
6	563,28	— 2,18	562,41	564,13	+ 4,43	+ 1,39	+ 1,5	+ 8,5	......	......	......	SO. 1	0,74
7	563,33	— 2,53	561,67	565,01	+ 4,63	+ 1,47	+ 1,2	+ 8,6	......	3,8	5	SO. 1	0,69
8	564,72	— 1,23	563,57	565,84	+ 2,83	— 0,44	+ 2,1	+ 6,7	......	15,2	7	SO. 1	0,85
9	566,51	+ 0,46	566,17	566,75	+ 4,88	+ 1,50	+ 2,0	+ 8,3	......	......	......	SO. 1	0,67
10	564,89	— 1,26	564,11	565,62	+ 3,23	— 0,26	+ 2,8	+ 4,5	......	1,5	1	SO. 1	1,00
11	561,48	— 4,77	560,73	562,20	+ 0,45	— 3,11	0,0	+ 2,9	......	34,8	12	SO. 1	0,73
12	561,31	— 5,03	560,62	562,74	— 2,69	— 6,39	— 4,7	— 0,1	130	14,7	10	variable	0,98
13	564,15	— 2,28	562,76	565,24	— 1,87	— 5,68	— 5,2	+ 3,8	......	......	......	NE. 1	0,68
14	566,04	— 0,48	564,76	566,93	— 1,91	— 5,82	— 2,1	— 0,1	50	7,3	4	NE. 2	0,79
15	567,39	+ 0,78	566,31	568,08	+ 0,91	— 3,10	— 1,6	+ 3,4	......	0,6	1	NE. 1	0,96
16	567,33	+ 0,63	567,18	567,69	+ 3,34	— 0,77	+ 0,3	+ 6,2	......	......	......	NE. 1	0,40
17	567,46	+ 0,67	567,30	567,67	+ 6,54	+ 2,33	+ 3,4	+11,2	......	......	......	variable	0,58
18	566,28	— 0,60	565,91	566,77	+ 7,40	+ 3,10	+ 4,2	+10,9	......	......	......	calme	0,12
19	562,73	— 4,24	562,03	563,81	+ 1,23	— 3,16	— 0,9	+ 4,3	......	31,1	10	SO. 1	0,97
20	563,16	— 3,89	561,53	561,76	+ 0,62	— 3,86	— 2,0	+ 5,0	......	2,7	5	NE. 1	0,80
21	567,16	+ 0,03	561,96	569,13	— 0,59	— 5,16	— 1,5	+ 0,9	......	......	......	NE. 1	0,98
22	570,25	+ 3,04	569,42	570,69	+ 3,65	— 1,01	+ 0,6	+ 6,8	......	......	......	NE. 1	0,40
23	570,94	+ 3,65	570,50	571,53	+ 6,55	+ 1,81	+ 4,2	+ 9,0	......	......	......	NE. 1	0,28
24	572,12	+ 4,75	571,59	572,80	+ 9,79	+ 4,97	+ 5,4	+12,8	......	......	......	NE. 1	0,13
25	573,34	+ 5,89	572,92	573,79	+10,10	+ 5,20	+ 7,3	+13,5	......	......	......	NE. 1	0,67
26	572,97	+ 5,45	572,51	573,53	+ 9,94	+ 4,97	+ 7,6	+13,2	......	......	......	NE. 1	0,49
27	572,15	+ 4,56	571,98	572,41	+10,21	+ 5,16	+ 8,0	+13,0	......	......	......	NE. 1	0,17
28	570,72	+ 3,06	570,21	571,30	+ 9,76	+ 4,64	+ 8,0	+13,9	......	20,3	1	SO. 1	0,81
29	569,66	+ 1,93	569,08	570,17	+ 7,79	+ 2,60	+ 7,1	+ 9,9	......	0,4	1	SO. 2	0,97
30	571,16	+ 3,36	569,69	572,31	+ 6,17	+ 0,91	+ 5,6	+ 8,2	......	1,6	4	SO. 1	0,94

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermomètrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1863.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	565,73	565,81	565,81	565,91	565,93	565,93	565,88	565,96	566,17
2e »	564,31	564,47	564,55	564,74	564,73	564,81	564,90	565,06	565,30
3e »	570,56	570,91	571,09	570,99	571,08	571,06	571,10	571,31	571,54
Mois	566,87	567,07	567,15	567,22	567,25	567,27	567,29	567,41	567,67

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	+ 2°,44	+ 3°,82	+ 5°,00	+ 6°,06	+ 6°,74	+ 6°,73	+ 5°,19	+ 4°,11	+ 3°,49
2e »	+ 0,39	+ 1,31	+ 2,74	+ 3,65	+ 3,94	+ 3,28	+ 2,53	+ 1,28	+ 0,52
3e »	+ 5,55	+ 7,47	+ 9,10	+ 9,58	+ 9,39	+ 9,51	+ 8,34	+ 7,21	+ 6,81
Mois	+ 2,79	+ 4,20	+ 5,61	+ 6,13	+ 6,69	+ 6,51	+ 5,45	+ 4,20	+ 3,61

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	o	o		mm	mm
1re décade,	+ 2,19	+ 7,16	0,65	21,9	—
2e »	— 0,86	+ 4,75	0,73	91,2	180
3e »	+ 5,23	+10,12	0,58	22,3	—
Mois	+ 2,19	+ 7,34	0,65	135,4	180

Dans ce mois, l'air a été calme 26 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,73 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45°E , et son intensité est égale à 22 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

SUR

LES COUCHES A AVICULA CONTORTA

DU VERSANT NORD-OUEST DES ALPES PRINCIPALES

PAR

M. L'ABBÉ STOPPANI.

Ce travail de l'abbé Stoppani fait partie du bel ouvrage qu'il publie sous le titre de *Paléontologie lombarde* et forme un appendice à la troisième série, qui a pour but principal l'étude des couches à *Avicula contorta* en Lombardie. L'auteur ayant bien voulu communiquer cet appendice à la rédaction de la *Bibliothèque Universelle* avant sa publication, nous nous empressons, en lui en témoignant notre reconnaissance, de reproduire ici quelques-uns des chapitres qui le composent.

L'attention des géologues a été fortement attirée dans ces dernières années par les couches qui occupent la base de la formation liasique (infralias ou couches à Avicula contorta) et qui constituent une sorte de passage entre la période triasique et la période jurassique. Citées d'abord dans un très-petit nombre de localités restreintes, elles ont peu à peu été connues par une grande extension géographique et jouent aujourd'hui un rôle très-important dans la constitution des Alpes. M. l'abbé Stoppani a décrit avec soin les nombreux fossiles que cet étage

renferme en Lombardie, et personne n'était mieux placé que lui pour leur comparer ceux que l'on trouve dans les autres gisements alpins. Dans un chapitre préliminaire il raconte à la suite de quelles circonstances il a été amené à étendre son travail en dehors des limites de la Lombardie, se justifiant avec une trop grande modestie d'avoir cédé aux conseils et aux encouragements de ses amis scientifiques. Après avoir cité avec éloge les travaux de MM. Favre, de Mortillet, Escher, Vallet, Pillet, Lory, Hébert, auxquels on doit la connaissance de l'extension géographique de ces couches, il reconnaît que les grands travaux qu'il a faits lui-même sur la faune probablement la plus riche parmi celles de cette époque, lui a rendu facile la détermination des fossiles de toutes les localités du nord-ouest des Alpes, qu'on s'est empressé de toutes parts à mettre à sa disposition. C'est le résultat de cette comparaison entre les gisements méridionaux et ceux du nord-ouest des Alpes qui fait le sujet de cet appendice. Nous reproduisons deux des chapitres qui sont plus généraux et rentrent mieux dans le cadre de la *Bibliothèque Universelle*. Nous avons dû renoncer à insérer le troisième qui donne des détails plus minutieux sur les diverses localités fossilifères et qui nous a paru trop spécial pour la plupart de nos lecteurs. Nous avons dû aussi nous abstenir de toute la seconde partie qui est la description détaillée d'un certain nombre de fossiles. Nous l'avons remplacée par une liste complète des corps organisés reconnus jusqu'à présent dans cette faune. Cette liste a été dressée par M. l'abbé Stoppani lui-même et insérée dans les *Atti della Societa Italiana di Scienze*, séance du 29 mars 1863.

I. *Aperçu général de la géologie du versant N.-O. des Alpes, en comparaison de celle du Nord de l'Italie.*

Pour se faire une idée de ces contrées, où nous allons poursuivre l'étage infraliasien, il n'y a rien de mieux à faire que de consulter la *Carte géologique des parties voisines du Mont-Blanc* livrée récemment au public par M. Favre. C'est un travail magnifique qui, bien que se bornant aux régions dépendant de la chaîne du Mont-Blanc, donne une idée complète du développement des terrains dans les contrées qui s'étendent vers l'ouest. Combien il est à désirer qu'un travail semblable s'étende à la Tarantaise et à la Maurienne, après les brillantes découvertes et les recherches obstinées de MM. Vallet, Pillet, Lory, Favre, de Mortillet, enfin des géologues les plus distingués de la France et de la Suisse ! Nous savons qu'on y songe et le désir des géologues ne tardera pas à s'accomplir. Ainsi il faut espérer qu'une seconde édition de l'excellente *Carte géologique du Dauphiné*, publiée par M. Lory en 1858, viendra bientôt enrichir la science des données précieuses apportées à l'auteur par quatre ans de recherches infatigables. On pourra alors former une carte d'ensemble dévoilant la série et les rapports des terrains le long de la chaîne la plus élevée de l'Europe. On y verra comment, sur un espace qui n'est que d'une médiocre étendue, tous les terrains, rangés en série complète, de la molasse miocène jusqu'aux terrains de l'époque paléozoïque, s'étendent sur des zones parallèles au grand axe du Mont-Blanc dont la chaîne se continue avec les Alpes du Dauphiné.

La même chose s'observe sur le versant opposé, sur-

tout en Lombardie. Mais par rapport aux terrains plus récents on doit reconnaître des différences remarquables. A l'époque du Jura, l'exhaussement des Alpes déterminait déjà les deux versants: le partage des deux mers, et les fréquentes oscillations de la chaîne, dont il existe des documents indélébiles, gravés sur les flancs de ses abîmes, devaient déterminer des inégalités bien sensibles entre l'arrangement chimique des dépôts, la nature et la distribution des faunes sur le fond des mers. Mais depuis le commencement de l'époque paléozoïque jusqu'à celle du lias la chose allait bien autrement. En descendant de ce terrain, une admirable concordance de caractères chimiques, stratigraphiques et paléontologiques lie dans un seul ensemble les terrains de l'Italie du nord avec ceux des dépendances du Mont-Blanc. C'est surtout à l'époque de l'infralias que rien ne troublait la tranquille uniformité de cette mer, qui couvrait la plus grande partie de l'Europe, où se mêlaient les eaux de la Méditerranée avec celles de la Mer du Nord : la Toscane, la Ligurie, la Vénétie, la Savoie, tous les départements orientaux de la France, le Luxembourg, les parties méridionales de l'Angleterre et le nord de l'Irlande, formaient un seul et même littoral, où pendant des milliers de siècles s'accumulaient des sédiments vaseux ou sableux dans lesquels l'*Avicula contorta* pouvait étendre son paisible domaine, avec une foule de jolies espèces qui l'accompagnaient.

Ce fait ressort très-évidemment de l'analyse stratigraphique des terrains inférieurs environnant le Mont-Blanc. Nous sommes redevables surtout à M. Favre de les avoir si bien et si consciencieusement poursuivis dans les localités les plus classiques de la Savoie.

Au-dessous des terrains tertiaires, crétacés et jurassiques, dont les membres nombreux ne trouveront que difficilement les équivalents dans le Nord de l'Italie, on trouve la masse énorme du lias. La rareté des fossiles en général et leur mauvais état de conservation ont toujours empêché de les soumettre à ces subdivisions qui sont si claires et si instructives autre part. Mais la faune de la Grosse-pierre du col des Encombres, si semblable à celle du *calcaire rouge ammonitique* de Lombardie, les fossiles du Grammont découverts par M. Favre [1], les gryphées arquées rapportées du fond de la vallée de Sixt [2] laissent espérer que l'on pourra un jour distinguer, comme dans l'Italie du Nord, au moins deux étages, l'un comprenant le lias *supérieur et moyen*, l'autre correspondant au lias *inférieur* à *Gryphæa arcuata*. Les listes de fossiles données par M. Favre montrent même déjà qu'en Savoie comme en Lombardie les fossiles, caractérisant des assises différentes en France et en Allemagne, se trouvent mêlés dans la même couche.

Le lias est supporté par l'infralias. Nous verrons comme il est très-probable que l'on peut distinguer un *infralias supérieur à faune hettangienne*, et un *infralias inférieur*, ou *couches à A. contorta*. Ces dernières y sont parfaitement caractérisées, bien développées, et c'est avec elles, comme je l'ai dit, que les terrains commencent par s'accorder d'une manière singulière sur les deux versants. Devant nous occuper d'une manière spéciale de l'infralias, nous ne nous y arrêtons pas davantage.

Au-dessous des couches caractérisées par la faune de

[1] Les fossiles du Grammont ont été découverts par M. le professeur Studer, mais les fossiles liasiques du Môle ont été trouvés par M. Favre. (*Réd.*)

[2] Favre, *Explic. de la carte géol.*, p. 27.

l'*A. contorta*, les coupes de M. Favre indiquent des calcaires rouges ou plutôt des marnes et des argiles verdâtres et rougeâtres, auxquelles sont subordonnées les dolomies et les cargneules. Si cette assise est représentée dans les localités de la Maurienne et de la Tarantaise, que j'ai moi-même visitées, elle n'y est pas certainement fort développée. Au contraire, sur les bords du lac de Genève elle présente 60 à 80 mètres de puissance et ressemble, comme le dit M. Favre, à des marnes irisées durcies. On n'y a pas recueilli de fossiles, mais en prenant la chose au point de vue chimique et stratigraphique, M. Favre considère ces couches comme constituant la première assise des marnes irisées.

Frappé par l'analogie parfaite qui identifie sur les deux versants la série des terrains inférieurs, considérée non-seulement dans son ensemble, mais assise par assise, et presque couche par couche, je ne puis pas me convaincre qu'il puisse exister au-dessus des dolomies une assise keupérienne, pendant que soit en Lombardie soit en Savoie se trouvent au-dessous des dolomies des assises bien développées qui par tous les caractères chimiques, stratigraphiques et paléontologiques constituent le parfait équivalent du keuper, des marnes irisées, du S. Cassian, etc. S'il m'est permis d'exprimer mon opinion sur ce sujet, je dirai que les marnes verdâtres et rougeâtres supérieures aux dolomies, doivent s'unir à l'infralias [1].

[1] Voici les idées qui me conduisirent à formuler cette opinion.

1° Les couches à *A. contorta* en Lombardie se divisent en deux zones, la supérieure de calcaires en gros bancs marneux ou compactes, avec des marnes intercalées ; l'inférieure de lumachelles, schistes noirs marneux, et marnes. La zone des schistes noirs a une énorme épaisseur (300 à 400 pieds). J'ai observé en Savoie, et mieux encore dans les collections qui m'ont été com-

La paléontologie viendra peut-être un jour décider la question.

Maintenant il est frappant de trouver partout en Savoie, au-dessous de l'assise précédente, cette zone de dolomie blanche, rouillée, quelquefois rosée, cristalline, pulvérulente et caverneuse surtout à la base, cette zone qui en Lombardie se détache tout de suite de la grande zone de l'infralias, et descend, par son épaisseur immense, jusqu'aux calcaires et aux dolomies caverneuses contenant la riche faune des environs d'Ésino.

muniquées, des schistes noirs tout à fait semblables à ceux qui sont si développés en Lombardie, et certainement les *marnes noires et jaunes* n° 5 de la coupe de Meillerie, les *ardoises pourries* de la coupe de Matringe, etc. doivent se rapporter à la zone inférieure. Mais il s'en faut encore beaucoup pour atteindre l'épaisseur de notre *zone à Bactryllium.*

2° Cette zone est même chez nous tout à fait privée de fossiles sur des étendues et des épaisseurs immenses. C'est d'ordinaire dans les couches supérieures que l'on remarque cette abondance de petits acéphales, dont sont pétris les schistes noirs de la Lombardie comme de la Savoie. Inférieurement ce sont les *Bactryllium* qui dominent.

3° La zone à *Bactryllium* n'est pas toujours composée de schistes noirs et de lumachelles : on y trouve souvent des marnes et des argiles de toutes les nuances, où la teinte jaune ou verte est prédominante. A Prédore, p. ex., où cette zone est très développée, on ne remarque que peu ou point de schistes noirs : ce sont des marnes vertes, jaunes, bigarrées qui constituent la plus grande partie du dépôt, caractérisées surtout à la base de celui-ci. Elles sont pétries de fossiles infraliasiens, mais leur ressemblance avec les marnes du Keuper est telle quelquefois, qu'un géologue a pu déjà y annoncer l'existence des marnes irisées, qui doivent au contraire se chercher bien loin de là.

4° Le passage des marnes et des schistes à fossiles de l'*A. contorta* aux dolomies à fossiles d'Ésino est en Lombardie brusque, sans transition.

Qu'il serait intéressant de découvrir dans cette assise de M. Favre des *Bactryllium !*

Il suffit pour cela de jeter un regard sur la *Coupe du flanc nord de la Maurienne* qui accompagne le rapport de la *Réunion extraordinaire* à S. Jean de Maurienne, en observant surtout la portion qui est comprise entre S. Julien et S. Michel. Dans ces jolis contours dessinés par les couches à *A. contorta*, dans leurs nombreux affleurements, nous voyons toujours ces couches recouvertes par les calcaires compactes du lias à *Bélemnites*, et supportées par une zone de dolomie et de cargneules.

La zone dolomitique gît, comme en Lombardie, sur une grande épaisseur de schistes argilo-ferrugineux rouges, lie-de-vin, violets, verts, etc., ou sur des gypses que l'on voit toujours associés à ces schistes au-dessous de la dolomie. C'est la même chose que l'on observe en Lombardie, comme je l'ai fait ressortir dans mes travaux précédents. Toujours la dolomie triasique (dolomie moyenne) gît sur les calcaires et les marnes rouges, vertes, etc. (groupe de Gorno et Dossena, keuper, marnes irisées), et toujours le gypse est leur associé. — Je crois que nulle part en Savoie on ne peut admirer cette série de terrains, mieux qu'en allant de Modane au col de la Roue. En aboutissant de la gorge au bassin à pâturages, d'où l'on jouit de la perspective du col et des rochers magnifiques qui le flanquent, on peut d'un coup d'œil embrasser plusieurs zones dont les contours serpentants, grâce à la constitution très-différente des roches, se dessinent sur les flancs escarpés des montagnes. La zone énorme du *calcaire du Briançonnais*, comprenant, nous le verrons plus tard, le lias et l'infralias, couronne ces rochers sévères; on peut à sa base suivre à perte de vue une bande très-régulière de dolomie blanche, rouillée, descendant très-près du col. Le col lui-même est occupé

par la zone de schistes argilo-ferrugineux rouges, verts, etc., qui jouit ici d'une épaisseur bien considérable. Nulle différence entre les roches composant cette zone, et les roches irisées de Lombardie, à l'exception de cette schistuosité plus marquée, de ce lustre, qui différencie déjà le lias des Alpes, attribué au métamorphisme chimique, ou bien plutôt mécanique, comme l'envisage M. Favre.

La concordance entre la série lombarde et la série savoisienne se confirme par les terrains qui complètent la série descendante. D'autres cargneules et des calcaires, parmi lesquels j'ai observé en allant au col de la Roue des schistes ardoisiers, semblables aux schistes ichthyolithiques de Periedo, et un marbre rouge qui se trouve à ce niveau en Lombardie, etc., soutiennent les schistes irisés, et constituent ce que nous pourrions appeler le *Muschelkalk*.

Des grès arkoses, des poudingues à gros grains de quartz blanc ou rose, des grès rouges schisteux, des quartzites, forment un ensemble à la base du trias en Savoie, comme en Lombardie. C'est le Buntersandstein, le grès bigarré. Cet horizon ne manque jamais; mais si l'on veut voir reproduits dans leur épaisseur, dans leur ensemble et dans tous leurs accidents le *Servino* (grès schisteux) et le Sales (poudingues rouges quartzeux) constituant cette masse énorme en Lombardie, que l'on a nommée trop improprement *Verrucano*, on doit descendre du col des Encombres à S. Michel. C'est une localité vraiment classique pour observer la série du lias, de l'infralias, du keuper, du Buntersandstein, placée sur les schistes du terrain houiller.

Pour compléter le rapprochement entre la série des deux versants des Alpes, il ne nous reste qu'un mot à dire sur

les terrains paléozoïques. « Le terrain houiller, dit M. « Favre[1], est composé à sa partie inférieure de poudin- « gues plus ou moins grossiers (poudingue de Valorsine), « au-dessus on voit des schistes argileux renfermant de « l'anthracite et les débris d'une nombreuse flore fossile « identique à celle des véritables terrains houillers. On « le trouve également formé d'une énorme série de grès « plus ou moins micacés qui constituent, par exemple, « le grand massif houiller des environs d'Aime en Ta- « rantaise. Ces grès ont un caractère particulier qu'ils « partagent avec les grès des terrains houillers des au- « tres parties de la France et de la Forêt-Noire les plus « rapprochées. » Rien ne manque, à l'exception des fossiles, pour désigner la zone placée en Lombardie à la base des terrains sédimentaires, cette zone énorme, très-développée surtout vers les limites orientales, attend qu'on veuille en faire le sujet d'un travail spécial. Il sera digne de l'importance qu'elle est destinée à prendre dans la théorie des équivalents stratigraphiques.

En résumé, un accord admirable lie et identifie les terrains inférieurs des deux versants des Alpes. Le tableau suivant doit le faire ressortir, et résumer ce que nous avons vu jusqu'ici. Dans la distribution comparative de l'infralias j'introduis des éléments dont la valeur doit être prouvée ensuite.

SÉRIE LOMBARDE.	SÉRIE SAVOISIENNE.
LIAS.	LIAS.
Formation de Saltrio. (Lias inférieur. Calcaire à *Gryphæa arcuata*.)	Schistes à *Belemnites*. Calcaire du Grammont, de la vallée de Sixt, du Môle, etc.

[1] *Explic. de la carte*, etc., p. 31.

SÉRIE LOMBARDE.	SÉRIE SAVOISIENNE.
INFRALIAS.	INFRALIAS.
Calcaire du Sasso degli Stampi. (Infralias supérieur, ou couches à faune hettangienne.)	Calcaire n° 10 de la coupe de M. Favre, à *Lima hettangiensis*, *Fischeri*, *Pecten valoniensis*, *Ostrea pictetiana*, etc.
Calcaires de l'Azzarola. (Infralias inférieur, zone supérieure, zone à *Terebratula gregaria*.)	Calcaire n° 7 de la coupe citée contenant la *T. gregaria* en grande abondance.
Schistes noirs et lumachelles. (Infralias inférieur, zone inférieure, zone à *Bactryllium striolatum*.)	Marne noire et jaune n° 5 de la coupe du Maupas et schiste argileux et marneux friables n° 19 *f* de la coupe de la Balle, etc. ? Marnes et argiles verdâtres et rougeâtres.
TRIAS.	TRIAS.
Dolomie moyenne à faune d'Ésino.	Dolomie blanche, rouillée, rosée, caverneuse.
Groupe de Gorno et Dosséna. (Keuper. Marnes irisées.)	Schistes argilo-ferrugineux, rouges, lie-de-vin, violets, verts, etc. et gypse.
Schistes ichthyolithiques de Perlédo, marbres de Varenna et dolomie inférieure. (Muschelkalk.)	Cargneules et calcaires.
Servino et Sales, ou grès schisteux rouges, etc., quartzites et poudingue quartzeux. (Buntersandstein. Grès bigarré.)	Grès arkoses, grès rouges schisteux, quartzites, poudingues quartzeux.

SÉRIE LOMBARDE.	SÉRIE SAVOISIENNE.
HOUILLER ET SÉRIE PALÉOZOÏQUE.	HOUILLER ET SÉRIE PALÉOZOÏQUE.
Schistes noirs, argileux, ardoisiers, anthracitifères de Darfo et Carona.	Schistes noirs, argileux, ardoisiers, anthracitifères à flore houillère.
Grès et poudingues de Fiumenero, du Caffaro, etc.	Grès et poudingues inférieurs aux schistes argileux. (Poudingue de Valorsine.)

II. *Développement général de l'infralias sur le versant N.-O. des Alpes.*

Prenons le sommet du Mont-Blanc comme centre auquel convergent les rayons d'un arc de cercle dessiné par les localités les plus classiques pour les études sur l'infralias. La corde tendant cet arc se dirigerait du N.-E. au S.-O. et le plan d'inclinaison tomberait par conséquent vers le N.-O. En traçant cette figure imaginaire nous n'avons envisagé qu'un espace assez restreint ; les contrées que l'on peut appeler, dans un sens très-large, les environs du Mont-Blanc, en partant du canton de Berne, pour nous arrêter aux limites du Dauphiné. C'est le pays auquel se borne la spécialité de cet *Appendice.* Les localités sortant des limites indiquées, dont on m'a communiqué les fossiles, pourront nous conduire à des aperçus plus généraux.

Je commencerai par la localité d'Alment Blumenstein au S.-E. de Thun, au pied du Stockhorn (canton de Berne), dont M. Favre m'a envoyé de jolis fossiles qui y montrent les couches à *A. contorta* parfaitement caractérisées. M. Favre m'écrit qu'on n'a jamais parlé de

cette localité à l'exception de M. Studer dans la *Géologie de la Suisse*, et de M. Brunner dans la *Géologie du Stockhorn*. Il est bien intéressant d'avoir découvert ce précieux horizon dans cet endroit ! On peut être certain que les couches à *A. contorta* se découvriront sur les deux versants de la chaîne bernoise, aux limites de la grande zone juro-liasique qui s'étend entre le groupe du Mont-Rose et les Alpes bernoises.

En continuant sur notre ligne nous tombons sur les environs de Villeneuve (à l'extrémité E. du lac de Genève). On m'assure que cette localité est très-riche en fossiles infraliasiques, dont M. Renevier, comme il a eu la bonté de me l'écrire, allait s'occuper.

En partant de Villeneuve, et en suivant la rive méridionale du lac, nous rencontrons les localités les plus classiques, les plus anciennement connues comme infraliasiques, les plus riches en fossiles. Ce sont les carrières à l'est et à l'ouest de Meillerie, déjà signalées sur la carte de Studer et Escher, étudiées par M. de Mortillet. et admirablement illustrées par M. Favre. Vient ensuite la localité du lit de la Dranse, elle-même étudiée par M. Favre.

La zone de l'infralias se tourne vers le S.-O. pour se montrer dans les environs de Cervens, où M. Favre l'a découverte riche en fossiles près du chalet Marmoi. De là on peut la suivre dans la même direction à Matringe, d'où proviennent les jolis petits Gastéropodes recueillis par M. l'abbé Vallet, puis à la montagne de Sullens, autre localité étudiée par MM. l'abbé Vallet et Favre. D'ici l'infralias se jette sur les deux versants du grand massif qui s'élève entre l'Arc et l'Isère. Le long de cette dernière rivière les couches à *A. contorta* ont été pour-

suivies par MM Vallet, Lory et Pillet, qui les ont découvertes partout en Tarentaise à la base du lias, notamment au col de Valorsière, à Brides-les-Bains près de Moutiers, à St-Jean-de-Belleville, au sommet du vallon de Nantbrun, etc. Les mêmes savants signalèrent les couches à *A. contorta* dans la Maurienne, dans ces localités de St-Julien, de St-Michel, etc., que la réunion de la Société géologique de France en 1861 a rendues si célèbres.

Nous nous trouvons ainsi au bout de cet arc qui contourne le Mont-Blanc; mais en voulant poursuivre sur une plus grande étendue nos couches infraliasiques dans leur développement général, il faut abandonner la Maurienne pour nous avancer vers les Alpes Cottiennes en suivant une autre fois le chemin de la Société géologique, à travers le col de la Roue, où nous avons promis de justifier l'admission de l'infralias. Les couches à *A. contorta* n'y ont pas été indiquées jusqu'à présent; mais quand on voit au sommet du col cette zone schisteuse avec les couleurs des marnes irisées, surmontée par une zone magnifique de dolomie, on ne peut pas douter de se trouver bientôt dans le domaine de l'infralias. Il doit, je l'ai dit, former la base de cette masse redoutable de calcaire, gisant sur la dolomie, indiqué dans les coupes de M. Lory sous le nom indéterminé de *calcaires du Briançonnais*. J'ai trouvé au moins au pied de ces escarpements des roches et même des lumachelles, qui rappelaient tout à fait les couches à *A. contorta*. La chose devient on ne peut plus certaine si l'on continue sur les pas des membres de la Société, de Cézane au Mont-Genèvre. Là on observe la série identique à celle du col de la Roue. Sur les *schistes calcaréo-talqueux* (pour moi keuper, marnes irisées, St-Cassian, groupe de Gorno et

Dossena [1]), gisent les dolomies (Hauptdolomite, dolomie moyenne, calcaire d'Ésino), et celles-ci sont recouvertes par le calcaire (calcaire du Briançonnais) dans les éboulis duquel « MM. Vallet, Hébert et plusieurs membres de la « Société ont trouvé de nombreux fragments de calcaires « ayant l'aspect et la structure grenue des lumachelles « de l'infralias et contenant, comme celles-ci, de nom- « breuses petites coquilles bivalves. Bien que l'on n'ait « pu y trouver aucun fossile déterminable spécifique- « ment d'une manière certaine, l'analogie complète de « position et de *facies* de ces calcaires coquilliers avec « ceux de l'infralias nous a pleinement convaincus de

[1] Pressé de me rendre à Florence pour les séances de la *Giunta consultiva*, pour la carte géologique de l'Italie, qui devaient commencer le jour même de l'ouverture de l'*Exposition industrielle*, j'avais précédé la Société de deux journées sur le chemin du col de la Roue avec M. Capellini et mon frère. En tenant un compte exact de la série des couches entre Modane et le sommet du col, je n'avais pas douté d'indiquer sur mes notes, comme du keuper, ces *schistes calcaréo-talqueux* rouges ou verts gisant sous cette zone dolomitique qui se montre partout à la base de l'infralias. J'ai été heureux après de voir que cette question, dans ce sens même, a été agitée par les membres de la Société, et si bien défendue surtout par MM. Hébert et Lory (*Réunion extraord.*, pag. 793-798). Ce n'est point ici le lieu de traiter de nouveau la question, mais je dois déclarer après tout, encore une fois, que le groupe de Gorno et Dosséna, composé de grès et de marnes vertes, rouges, jaunes, etc., supporte les pétrifications d'Ésino et une masse immense de dolomies, sur lesquelles gît l'infralias. Le groupe de Gorno et Dosséna est l'équivalent pour moi du keuper, des marnes irisées, du St-Cassian, des schistes calcaréo-talqueux du col de la Roue, etc., comme les calcaires d'Ésino et les dolomies superposées sont l'équivalent de l'Hauptdolomite du Tyrol, des dolomies soumises à l'infralias en Savoie, etc., membre supérieur du trias qui, hors de la région des

« l'existence de cet horizon paléontologique à la base « des calcaires du Mont-Genèvre[1]. »

De l'analogie des roches formant la série qui accompagne toujours l'infralias des Alpes, il est permis d'être sûr que ce terrain continue en tournant autour de la masse énorme de terrains cristallins qui forment les Hautes-Alpes. Il va ainsi d'un côté se montrer à Vizille (Isère) où, comme je l'ai déjà annoncé, M. Lory vient de le découvrir; de l'autre côté il se jette dans les départements des Basses-Alpes, du Gard, de l'Hérault, où il a été étudié par M. Hébert. Dans la direction du nord, la zone infraliasique s'avance de Vizille à Dijon et passe à travers la Côte-d'Or, la Meurthe, la Moselle jusqu'au Luxembourg, se tenant aux limites orientales de la France; dans celle du N.-O., elle se tient aux bords de la Méditerranée, et semble s'avancer de Digne jusqu'au centre des Pyrénées. Je ne sais pas vraiment si on l'a déjà signalée dans cette chaîne, mais M. Capellini vient de me communiquer que, l'année passée, à l'époque de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à St-Gaudens, ayant visité avec M. Daubrée les environs de Saint-Béat (Haute-Garonne), il en a rapporté l'opinion, fondée sur les données stratigraphiques, que les calcaires saccaroïdes (marbres de Saint-Béat) et d'autres calcaires associés sont des équivalents des marbres

Alpes, n'aurait pas jusqu'à présent de représentants assurés, pendant que dans les Alpes il constitue un horizon qui ne manque jamais.

[1] *Réunion extraord.*, pag. 769. Une note à la page 770 observe que moi « ayant examiné quelques-uns des échantillons recueillis sur ce point, je les ai trouvés exactement semblables aux lumachelles compactes de Lombardie. » Je confirme pleinement cette assertion.

de Carrare et de la dolomie supérieure de la Spezia qu'il a déjà eu l'occasion d'identifier avec l'infralias. — Nous aurions donc une zone infraliasique continue qui, du centre des Pyrénées, en contournant la France du côté Est, va aboutir aux limites orientales de la Belgique.

Qu'il nous soit permis d'insister encore une fois sur l'importance de cet horizon géologique. Après de nombreux faits avérés dans ces derniers temps et des suppositions raisonnables basées sur ces faits, l'infralias et nominativement les couches à *A. contorta*, indiquées toujours par la même faune caractéristique, forment au N.-O. des Alpes un cercle, ou mieux une espèce d'ellipse dont le grand axe est dirigé du S.-O. au N.-O., embrassant le grand bassin anglo-français. En même temps ces mêmes couches se rangent en deux arcs parallèles sur les deux versants des Alpes principales et, en s'avançant sur les régions septentrionales de l'Italie d'un côté, de l'autre côté sur la Suisse, la Bavière, la Souabe, la Hongrie, jusque près du bord de la Mer Noire, elles entourent le grand bassin de la Méditerranée du côté nord. On peut être sûr qne cette enceinte sera complétée peu à peu par l'exploration le long des chaînes jurassiques et triasiques de l'Est de l'Espagne et du littoral de l'Afrique sur la Méditerranée. C'est au milieu de cette enceinte qu'à des époques plus récentes et à divers intervalles se sont soulevés les Apennins et les chaînes qui en dépendent, et c'est ainsi que l'on a découvert les couches à *A. contorta* dans les montagnes de la Spezia, dans les Monti-Pisani, et qu'on les découvrira tout le long de la chaîne, indiquée simplement comme jurassique, divisant dans toute sa longueur l'Italie méridionale.

III. *Conclusions générales.*

Le troisième chapitre que nous n'avons pas reproduit ici, par les raisons susmentionnées, est terminé par les conclusions suivantes.

1° En partant du lias la série descendante est identique sur les deux versants des Alpes.

2° L'infralias en particulier s'identifie sur les deux versants par tous ses caractères,

a. stratigraphiques, gisant entre les calcaires liasiques et une masse dolomitique reposant sur les gypses et les roches irisées du keuper ;

b. pétrographiques, présentant toujours les mêmes variétés de roches[1] :

[1] La ressemblance pétrographique n'est pas certainement un argument d'une grande valeur, quand on l'invoque pour établir les équivalents des terrains ; mais quand l'équivalence est déjà établie sur des données stratigraphiques et paléontologiques, comme dans notre cas, alors cet élément devient une donnée très-précieuse pour la géologie rationnelle, surtout pour deviner la constitution générale et particulière du globe à une certaine époque. L'identité pétrographique dans notre cas nous démontre que dans la période infraliasique un même littoral continu, gouverné par les mêmes lois chimiques et physiologiques, s'étendait au moins du centre de l'Italie, jusqu'au milieu de la France, en traversant l'espace aujourd'hui occupé par la chaîne occidentale des Alpes. Plus au Nord la prépondérance des grès sur les marnes et les argiles annonce déjà des conditions assez différentes du littoral, qui ne semblent cependant pas avoir exercé une influence remarquable sur les lois physiologiques. En recevant les fossiles d'un si grand nombre de localités à de si grandes distances l'une de l'autre sur le versant N.-O. des Alpes, j'ai été vraiment frappé de cette collection qui reproduisait à mes yeux tous les accidents pétrographiques de ma collection lombarde. En donnant les coupes de Meillerie, j'ai déjà fait remarquer

c. *paléontologiques*, offrant de nombreuses espèces les plus caractéristiques des couches à *A. contorta* de Lombardie, de l'Allemagne et de l'Angleterre[1].

3° Sur tous les deux versants l'infralias se divise assez

l'extrême ressemblance entre les schistes noirs à la base de l'infralias, et ceux qui se trouvent au même niveau en Lombardie. Ce n'est pas une exception pour Meillerie ; les mêmes schistes se trouvent au Pas-du-Roc, à Villeneuve, etc. Les lumachelles compactes, à décomposition jaune, qui accompagnent les schistes en Lombardie, sont tout à fait les mêmes que celles qui sont pétries d'acéphales à Matringe, au Mont-Forché, au centre du col des Fourches-d'Habère, sur la montagne de Sullens et sur la route de Cézane au Mont-Genèvre, à Vizille, etc. Ces lumachelles claires, à nuances rosées, pétries de bivalves de Cervens, reproduisent exactement une variété bien remarquable des lumachelles de la Val-Ritorta. Le *calcaire bleu-noirâtre* n° 5 de la coupe de Meillerie est tout à fait notre calcaire compacte de l'Azzarola, à décomposition superficielle jaunâtre. On doit répéter la même chose de la couche *l* du lit de la Dranse riche en *A. contorta*, du calcaire à *O. nodosa* du chalet Marmoi, du calcaire de Gamnal, du Chaylard, etc. Seulement je dois observer qu'au chalet Marmoi un exemplaire d'*O. nodosa* gît avec un *Pecten* dans un vrai grès calcaire à ciment argileux. Il existe aussi à Matringe, au Pas-du-Roc, à Brides les bains et probablement partout une roche dont le caractère suffirait à lui seul, pour distinguer les couches à *A. contorta* en défaut de fossiles. Je parle d'une variété très-commune en Lombardie de calcaire bleu-noir, se résolvant en substance pulvérulente jaune à la surface, mais y laissant une couche déchirée d'une espèce de vernis bitumineux, résistant à l'atmosphère et peu attaquable par les acides. Enfin le *calcaire esquilleux* n° 10 de la coupe de Meillerie, que j'ai reporté à l'infralias supérieur, ressemble parfaitement au calcaire du Sasso degli stampi du même niveau en Lombardie.

[1] Les fossiles provenant des localités que j'ai citées appartiennent à 72 espèces : 13 sont douteuses, 24 nouvelles, et 35 sont des espèces déjà indiquées autre part dans les couches à *A. contorta*.

bien en *supérieur* à faune hettangienne, et *inférieur* à *A. contorta*. L'inférieur se distingue même fort bien en deux assises, l'une *calcaréo-marneuse* à *Terebratula gregaria*, l'autre *schisto-argileuse* à *Bactryllium*.

4° Les couches à *A. contorta* du versant N.-O. appuient l'annexion de l'infralias au système liasique en particulier,

a. par des passages insensibles aux roches liasiques.

b. par la séparation très-nette de roches triasiques.

c. par l'apparition des premiers *Belemnites* et des premiers Echinides irréguliers.

IV. *Liste des fossiles déterminés.*

Sargodon tomicus Plien.
Saurichthys acuminatus Quenst.
Belemnites infraliasicus n. sp.
Chemnitzia sp.
— sp.
— Valleti n. sp.
— Sabaudiæ n. sp.
— Mortilleti n. sp.
— minuscula n. sp.
Acteonina Valleti n. sp.
— Pilleti n. sp.
Natica sp.
— Valleti n. sp.
Trochus Valleti n. sp.
Turbo Billieti n. sp.
— Chamousseti n. sp.
Cerithium Stoppani Winkl.
— Lorioli n. sp.
Astarte Suessi Rolle
Cardinia depressa Zieten
Pholadomia lariana Stpp.
Cardium Philippianum Dkr.
— sp.
Cardita austriaca Hauer
— Lneræ Stpp.
Anatina præcursor Opp.
Myophoria isosceles Stpp.
Taeniodon præcursor? Schlœnb.
Nucula Stenonis? Stpp.
— ? Meilleriœ n. sp.
Leda Deffneri? Opp.
— sp.
Pleurophorus elongatus Moore
— sp.
Mytilus psilonoti Quenst.
Posidonomya Favrii n. sp.
Avicula contorta Port.
— inæquiradiata? Schaf.
— gregaria Stpp.
— sp.
— Loryi n. sp.
Gervillia Wagneri Wink.

Gervillia inflata Schaf.
— præcursor Quenst.
— caudata Wink.
Lima subdupula Stpp.
— hettangiensis Tqm.
— Fischeri Tqm.
Pecten Valoniensis Defr.
— Falgeri Mer.
— Massalongi Stpp.
— Loryi n. sp.
— Mortilleti n. sp.
— Valleti n. sp.
— Hebertii n. sp.
— Favrii n. sp.
— Hehlii d'Orb.
Pecten lemanensis n. sp.
— sp.
Anomia Schafhæutli Wink.
— Revonii n. sp.
— Picteti n. sp.
— Hebertii n. sp.
Plicatula intusstriata Emmer.
— Archiaci Stpp.
Ostrea nodosa Goldf.
— Pictetiana Mortil.
— sp.
Terebratula gregaria Sss.
Spirifer Münsteri Davids.
Metaporhinus Favrii n. sp.
Rhabdopyllia langobardica Stpp.

MÉMOIRE DE M. MAILLY

SUR LA

SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE LONDRES

et

PUBLICATIONS RÉCENTES DE CETTE SOCIÉTÉ.

M. Edouard Mailly est attaché depuis longtemps, en qualité d'aide, à l'observatoire royal de Bruxelles, surtout pour la partie des calculs, et il a publié, dans ces dernières années, d'intéressantes notices scientifiques dans l'*Annuaire* de cet observatoire. L'annuaire pour 1859 renferme la relation d'un voyage qu'il a fait en Sicile et dans le midi de l'Italie en mai et juin 1858; celui de 1860 un précis de l'histoire de l'astronomie aux États-Unis d'Amérique. L'annuaire de 1861 contient une histoire abrégée de l'existence et des travaux de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, ainsi qu'une notice sur le Bureau du *Nautical Almanac*; celui de 1862 renferme un travail analogue sur la Société royale de Londres. Enfin, dans l'annuaire de 1863, M. Mailly s'est occupé de la Société astronomique; il a exposé avec beaucoup de soin, dans un mémoire d'une centaine de pages in-18, l'histoire de la fondation de cette Société, et a rapidement énuméré, en les classant par sujets, les nombreux travaux dus à ses membres résidents ou étrangers, ainsi que les dons et encouragements qu'elle a accordés ou reçus.

Comme j'ai cherché, depuis bien des années, à tenir les lecteurs de la *Bibliothèque universelle* un peu au courant de ce qui concerne la Société astronomique, je ne reviendrai pas ici sur tous les détails que j'ai déjà donnés sur ce sujet. Je passerai seulement rapidement en revue l'excellent compte rendu de M. Mailly, et je m'attacherai principalement, ensuite, à donner une idée des travaux astronomiques les plus récents accomplis sous les auspices de cette Société, et dont je n'ai pas eu encore l'occasion de parler dans nos *Archives* [1].

La Société astronomique de Londres a été fondée au commencement de 1820 ; elle a reçu le 7 mars 1831 une charte du roi d'Angleterre Guillaume IV, qui l'a érigée en corporation, sous le nom de *Société royale astronomique*. Sir John Herschel et MM. Babbage, Baily, Colby, Colebrooke, Moore et Pearson ont été ses principaux fondateurs. La première séance de la Société a eu lieu le 8 février 1820, et, dès le 9 mai, le nombre de ses membres, payant une contribution annuelle de deux guinées, s'élevait déjà à 84. Sir William Herschel en a été président vers la fin de sa vie ; son fils, sir John, l'a été ensuite à plusieurs reprises, et a joué un rôle important dans la Société, ainsi que MM. Baily et Airy. Ce dernier remplit actuellement, pour la troisième fois, la charge de président bisannuel.

Le nombre des membres résidents lors de la 43me assemblée annuelle, qui a eu lieu le 13 février 1863, était de 444, en y comprenant la reine Victoria, patronne de la Société ; et le nombre des associés étrangers était de 47.

[1] Ma précédente notice sur cette Société, extraite du 41me rapport de son conseil, a paru dans le cahier d'août 1861 des *Archives*, t. XI, pp. 289 à 320.

Le gouvernement anglais, sans avoir aucune action directe sur cette institution libre et indépendante, l'a favorisée à plusieurs reprises, et lui fournit un appartement à Londres, à Somerset-house, dans le Strand.

La Société possède déjà une précieuse bibliothèque, qui s'enrichit tous les jours par des dons. Elle a reçu aussi de plusieurs particuliers des legs et donations de diverse nature; l'une des plus considérables de ces donations a été la nombreuse collection d'instruments appartenant à M. Sheepshanks, membre très-zélé de la Société, collection qui lui a été offerte en 1857 par sa sœur, après la mort de ce savant. La Société utilise une partie de ces dons par des prêts d'instruments à divers astronomes. Elle est administrée par un Conseil, élu dans les assemblées annuelles, et qui se renouvelle successivement, ainsi que les officiers de la Société qui en font partie. Ce Conseil présente à chaque assemblée un rapport annuel sur les opérations et les progrès concernant la Société, et lui propose de décerner une médaille d'or à l'astronome qui lui paraît avoir le mieux mérité de la science par ses travaux récents. Le nombre actuel des médailles décernées est de 43, dont 19 l'ont été à des astronomes étrangers à la Grande-Bretagne et 24 à des nationaux. Les deux dernières personnes qui l'aient reçue, avant l'année actuelle, ont été MM. Goldschmidt et Warren DeLa Rue: le premier pour ses nombreuses découvertes de petites planètes, et le second pour ses travaux de photographie astronomique.

La Société a deux publications régulières. La principale est un recueil de mémoires in-4° d'une certaine étendue, souvent accompagnés de planches, et dont il paraît, en général, un volume par an. Le nombre des volumes de

cette collection qui ont déjà paru s'élève actuellement à 31. Le tome XXX renferme un mémoire de Sir John Lubbock sur la théorie de la Lune, et différents documents d'astronomes anglais sur la grande comète de 1858, accompagnés de beaucoup de figures très-soignées. Le tome XXXI contient, entre autres, diverses communications de Sir Thomas Maclear, sur les comètes observées par lui au cap de Bonne-Espérance de 1853 à 1861, un mémoire de M. Cayley sur le calcul des perturbations planétaires, et un autre de M. Breen sur les résultats des observations de la Lune et des planètes faites à l'observatoire de Madras de 1831 à 1852.

La seconde publication de la Société, qui paraît par feuilles mensuelles in-8°, sous le titre de *Monthly Notices*, renferme un compte rendu sommaire des communications faites à chacune de ses séances, les mémoires de peu d'étendue qui y sont lus, ainsi que le rapport annuel du Conseil. Cette collection, très-précieuse aussi pour les astronomes, par le grand nombre de documents intéressants qu'elle renferme, en est déjà à son 23me petit volume in-8°, chaque volume étant terminé par une table alphabétique des matières. J'aurai souvent l'occasion d'en citer des fragments dans le cours de cet article, et je la désignerai, pour abréger, par ses lettres initiales *M. N.* Je ne dois pas omettre de dire, pour rendre un juste hommage à la libéralité déployée par la Société royale astronomique, que non-seulement ses associés étrangers n'ont à acquitter aucune finance analogue à celle que paient les membres ordinaires ou résidents, mais qu'ils reçoivent gratuitement les deux recueils dont je viens de parler à mesure de leur publication.

M. Mailly, après avoir exposé en détail dans les pre-

miers chapitres de son mémoire l'organisation de la Société astronomique, l'histoire de sa fondation et des premiers temps de son existence, passe successivement en revue, dans les chapitres suivants, les principaux travaux exécutés par ses membres, ou encouragés et récompensés par elle, soit pour la publication de catalogues d'étoiles et l'avancement des travaux d'observation et de réduction qui s'y rapportent, soit pour les recherches relatives aux étoiles doubles, aux étoiles d'éclat variable, aux nébuleuses et à la parallaxe annuelle. Il énumère ensuite, dans cinq chapitres consécutifs, ce qui a été fait, par l'intermédiaire et l'influence de la Société, en ce qui concerne les divers astres de notre système solaire, les éphémérides astronomiques, et les applications de l'électro-magnétisme et de la photographie à l'astronomie. Le mémoire est terminé par des listes des présidents successifs de la Société, des personnes qui ont reçu sa médaille d'or, et de celles auxquelles elle a décerné en 1848 des témoignages honorifiques.

Ce mémoire, tout en donnant une idée juste et complète de l'institution à laquelle il se rapporte, et en faisant bien ressortir les grands et nombreux services qu'elle a déjà rendus à la science, offre en même temps un tableau succinct, classé par sujets et fort instructif, des progrès remarquables qu'a faits l'astronomie dans ces derniers temps.

J'entrerai, maintenant, dans quelques détails sur les communications et les travaux les plus récents présentés à la Société astronomique et publiés par elle, en les puisant principalement dans le dernier rapport annuel de son Conseil, lu à la Société à l'assemblée générale du 13 février 1863, sous la présidence de M. le D[r] Lee, sortant

de charge. J'y ajouterai occasionnellement quelques renseignements provenant de publications postérieures, et, en ce qui concerne l'observatoire de Greenwich, extraits du rapport présenté par M. Airy au Bureau des visiteurs de cet observatoire, le 6 juin 1863.

Notices nécrologiques.

Entre les notices biographiques qui se trouvent dans ce rapport sur les membres résidents que la mort a enlevés récemment, je citerai celle sur le respectable professeur *Pierre Barlow*, de Woolwich, connu surtout par ses recherches sur l'attraction magnétique dans les vaisseaux, qui est mort dans sa 86me année, le 1er mars 1862; et celle sur le capitaine *Jacob*, bien connu par le zèle qu'il a déployé comme directeur de l'observatoire de Madras. Il est mort à Poonah, dans sa 49me année, le 8 août 1862, au moment où il retournait aux Indes, sous les auspices de la Société astronomique, avec une lunette de 9 pouces d'ouverture, pour établir un observatoire dans la partie la plus élevée du pays des Marattes.

Le rapport contient aussi des notices nécrologiques sur trois des associés étrangers à la Société, savoir: 1° *Jean-Baptiste Biot*, mort à Paris le 3 février 1862, à l'âge de 89 ans, et trop connu pour que j'aie besoin de rappeler ici ses nombreux travaux; 2° *François Carlini*, mort à Milan le 29 août 1862 dans sa 77me année, et qui y a été, pendant plus d'un demi-siècle, l'un des plus infatigables astronomes de l'observatoire du collége de Brera, soit pour les observations, soit pour les calculs; 3° le professeur *Mitchel*, qui a dirigé avec succès, pendant quelques années, l'observatoire de Cincinnati en

Amérique, et a été l'un des premiers à appliquer l'électricité galvanique à l'astronomie. Depuis la guerre qui désole en ce moment les États-Unis, il a repris la carrière militaire qu'il avait embrassée dans sa jeunesse, et il est mort de la fièvre à l'âge de 52 ans, major-général et commandant de l'armée fédérale dans la Caroline du Sud.

Le rapport passe ensuite rapidement en revue les travaux récents exécutés dans les principaux observatoires britanniques.

Spectres solaire et stellaires.

Il n'y a pas eu, depuis deux ans, de changements importants à l'observatoire royal de Greenwich. M. Airy y a seulement fait établir, il y a peu de temps, un appareil prismatique, pour observer comparativement le spectre solaire et le spectre des étoiles fixes, comme cela a été fait dernièrement dans divers autres observatoires, entre autres par le père Secchi dans celui du Collége romain. L'appareil de M. Airy est décrit et figuré dans le n° 6 du tome XXIII des *M. N.*, p. 188 (avril 1863), et une esquisse y est donnée des lignes obscures constatées dans les spectres des principales étoiles, d'après des mesures prises par M. Carpenter, l'un des adjoints de l'observatoire. Sur 50 spectres d'étoiles mesurés, 28 ont une ligne noire correspondant exactement à la ligne F de Fraunhofer dans le spectre solaire.

A la suite de cette communication dans les *M. N.*, se trouve un rapport sommaire de M. James Glaisher, qui est celui des anciens adjoints de l'observatoire royal chargé de la surintendance du département magnétique et météorologique de cet établissement, et qui a fait ré-

cemment, dans un but scientifique, diverses ascensions en ballon à une grande hauteur. Ce rapport est relatif aux lignes du spectre solaire qu'il a observées dans son ascension du 31 mars de cette année, dans l'après-midi, avec l'appareil prismatique dont le professeur Smyth, astronome à Edimbourg, s'est servi précédemment dans son expédition sur le pic de Ténériffe. Le spectre a paru se raccourcir à mesure que le ballon s'est élevé, et, par le fait de ce raccourcissement, plusieurs des lignes noires ont disparu successivement. A 4 milles anglais de hauteur on ne voyait plus de lignes, et à 4 milles $^{1}/_{2}$ d'élévation il n'y avait plus du tout de spectre. Le ciel était très-clair, mais le soleil étant déjà bas, il est possible que la lumière fût insuffisante. M. Glaisher a constaté aussi dans ses ascensions que, quand le ciel est clair, à de petites hauteurs, une diminution d'un degré du thermomètre de Fahrenheit correspond à une élévation de 139 pieds anglais, tandis que lorsque le ciel est couvert, cet abaissement de température d'un degré correspond à une élévation de 213 pieds. A de très-grandes hauteurs, comprises entre 25000 et 30000 pieds, il faut s'élever de 1000 pieds pour faire baisser le thermomètre d'un degré[1].

Observations de Mars.

M. Airy avait signalé, dès 1857, l'été de 1862 comme une époque où le rapprochement, plus grand que d'ordinaire, de la Terre et de Mars vers l'opposition de cette

[1] Le journal anglais l'*Athenæum* du 11 juillet 1863, renferme, page 51, un compte rendu sommaire par M. Glaisher, en date de Blackheath 6 juillet, de sa onzième ascension en ballon, qui a eu lieu depuis Wolverton.

dernière planète, permettait d'espérer que des observations suivies de Mars, faites, suivant un plan commun combiné à l'avance, en des points de la Terre très-distants, pourraient servir à déterminer avantageusement sa parallaxe, et d'en conclure, d'après la liaison intime de ces éléments résultant de la loi de la gravitation, une nouvelle valeur de la parallaxe du Soleil. [1] Cette détermination avait d'autant plus d'importance, que M. Le Verrier avait remarqué dans ses Tables de Mars, publiées en 1861 dans les *Annales de l'observatoire impérial de Paris*, que la théorie de cette planète et celles de Vénus et de la Terre paraissent indiquer une valeur de la parallaxe horizontale du Soleil à l'équateur plus grande d'environ un 30ᵉ que celle de 8″,57 déduite par M. Encke du passage de Vénus sur le disque du Soleil observé en 1769 ; et M. Le Verrier avait adopté, en conséquence, dans ses Tables du Soleil 8″,95 comme la valeur la plus probable de cette parallaxe.

D'un autre côté, M. Foucault avait trouvé, par ses ingénieuses expériences avec un miroir tournant très-rapidement, un moyen mécanique de déterminer la vitesse de la lumière ; et la valeur de cette vitesse qu'il en avait déduite étant un peu plus petite que celle adoptée jusqu'alors, il fallait que la distance du Soleil à la Terre fût aussi un peu plus petite, et, par conséquent, sa parallaxe un peu plus grande que celle déterminée par M. Encke.

Le public a pu remarquer l'été dernier l'éclat particulier qu'avait la planète Mars, par le fait de son rapprochement de la Terre et du Soleil. Les astronomes ont bien mis à profit cette époque favorable, et le résultat de

[1] Un extrait du petit mémoire de M. Airy sur ce sujet a été inséré dans le nº d'août 1857 de la *Bibl. Univ.*

la comparaison de leurs observations paraît pleinement confirmer la nouvelle valeur de la parallaxe du Soleil adoptée par M. Le Verrier.

M. Stone, premier adjoint actuel de l'observatoire de Greenwich, a publié, dans le N° d'avril dernier des *M. N.* cité plus haut, une détermination de cet élément déduite des observations correspondantes des distances polaires méridiennes de Mars et d'étoiles voisines, obtenues, soit à Greenwich, soit dans l'observatoire du gouvernement anglais actuellement établi à Williamstown, province de Victoria en Australie, sous la direction de M. Robert Ellery, à la latitude Sud de 37° 52′ 6″,6. Le résultat moyen de 22 nuits d'observation correspondantes, comprises entre le 25 août et le 12 novembre, en prenant les mêmes étoiles de comparaison aux deux stations, a donné à M. Stone 8″,932 pour la parallaxe du Soleil ; et en admettant une erreur probable de 0″,25 pour une seule observation, celle du résultat moyen ne s'élève qu'à $\pm$0″,032.

M. le D[r] Winnecke a déjà comparé aussi les observations de Mars faites à la même époque au grand observatoire russe de Poulkova, avec celles de M. Maclear au Cap de Bonne Espérance, et le résultat moyen qu'il a déduit de 13 soirées d'observation correspondantes est de 8″,964. Le n° 1409 du Journal astr. d'Altona (*Astr. Nachr.*) où a paru la communication de M. Winnecke sur ce sujet, contient aussi une notice de M. le prof. Mœsta sur les observations analogues que M. Schumacher et lui ont faites à la même époque, pendant 53 soirées, à l'observatoire de Santiago au Chili, dont M. Moesta est le directeur. Ces observations, et celles faites ailleurs, entre autres celles faites à Greenwich hors du méridien, avec le nouveau grand équatorial de cet observatoire, et qui

ne sont pas réduites encore, devront concourir aussi à la détermination de l'élément si important dont il s'agit ici.

M. Main, directeur actuel de l'observatoire d'Oxford, a cherché de même à tirer parti de la dernière opposition de Mars, pour déterminer de nouveau l'ellipticité du globe de cette planète, par la mesure de ses diamètres polaire et équatorial, effectuée avec l'héliomètre que possède son observatoire. Le résultat moyen de 18 séries d'observations de ce genre, comprises entre le 18 septembre et le 26 octobre, lui a donné un 39e pour cette ellipticité (Voy. *M. N.* t. 23, p. 26).

M. Philipps, professeur dans la même université, a communiqué aussi à la Société royale de Londres des observations de Mars, dont un extrait a paru, soit dans les *Proceedings* de cette illustre Société, soit dans le journal français le *Cosmos* du 26 juin 1863 (t. 22, p. 751). Les taches polaires de Mars ont été particulièrement examinées par M. Philipps, surtout celle du pôle austral, dirigé alors du côté de la planète visible pour nous. Ces taches, d'après M. Nasmyth, qui observait en même temps que M. Philipps, ne coïncident pas avec le pôle même, mais s'étendent d'un côté ou de l'autre. Elles sont bien, comme on le croyait déjà, des amas d'une substance analogue à la glace ou à la neige terrestre, puisque leurs changements sont déterminés par la position du pôle relativement au Soleil. Après un long hiver la tache est plus étendue, tandis qu'elle diminue dans le courant de l'été pour le même pôle. L'auteur ne croit pas, cependant, cette substance identique à la neige ou à la glace, les éléments du globe de Mars étant, selon lui, tout différents de ceux de la Terre. Il a dessiné trois vues de Mars, représentant les parties brillantes et les parties

sombres de sa surface. Au-dessus, flotte sur elle une enveloppe variable, ou atmosphère vaporeuse, modifiant momentanément l'aspect des configurations ordinaires, et les revêtant tantôt de nouvelles lumières, tantôt d'ombres partielles.

M. Lassell a envoyé de Malte à la Société astronomique une série de dessins de Mars qu'il a faits vers la même époque, et dont il est rendu compte dans la séance du 13 mars de cette société (*M. N.* t. 23, p. 176). Il a appliqué à son grand télescope à réflexion un grossissement de 760 pour une partie de ses observations, et ses dessins paraîtront probablement lithographiés dans le prochain volume des Mémoires in-4° de la Société. M. Lassell admet que les portions du disque diversement colorées, en teintes bleu, gris, rouge et orange, représentent peut-être des portions de terres et de mers, mais il croit, comme M. Philipps, que leur aspect est notablement modifié par le passage de nuages de grande étendue, très-variés de forme et de densité.

M. Joynson a communiqué aussi à la Société astronomique, dans sa séance du 9 janvier dernier, une série de 36 figures de Mars, dessinées par lui à Waterloo, près de Liverpool, avec une lunette de MM. Cooke et fils de York, de $3^1/_2$ pouces d'ouverture, supportant un grossissement de 370 fois. La durée de la rotation de la planète résultant de ses observations est de $24^h\ 37^m\ 49^s$. Il a bien remarqué que la calotte de neige au pôle Sud de Mars n'était pas exactement sur l'axe de rotation. Le disque lui a paru généralement de couleur jaune et quelquefois rougeâtre, avec une bande transversale noirâtre et parfois verdâtre ou purpurine.

Disparition récente de l'anneau de Saturne.

On a fait, à Greenwich et ailleurs, des observations de la planète Saturne vers la fin de 1861 et dans la première moitié de 1862, époque de ce que l'on nommait jadis la disparition de l'anneau, parce qu'il ne présente alors à la Terre ou au Soleil que sa tranche qui est très-mince. Avec les puissants instruments optiques actuels, on l'a bien distingué alors dans toute son étendue, comme un filet lumineux irrégulier, et M. Wray en a communiqué à la Société astronomique des figures, insérées dans le n° de janvier 1863 des *M. N.*, d'après ses observations faites avec une lunette de 7 pouces d'ouverture et de 8 $^1/_2$ pieds de longueur focale, en y adaptant des grossissements de 110 à 450 fois. M. Airy a donné dans le même n° la comparaison des observations analogues faites à Greenwich et à Poulkova. MM. Otto Struve et Winnecke croient avoir vu, avec la grande lunette de ce dernier observatoire, certains *appendices lumineux* qui ne sont pas les mêmes que les anses de l'anneau, et dont le grand équatorial de Greenwich n'a pas manifesté l'existence.

Mouvement du système solaire dans l'espace.

M. Edwin Dunkin, l'un des adjoints de l'observatoire de Greenwich, a présenté à la Société astronomique un mémoire *Sur le mouvement du système solaire dans l'espace, deduit du mouvement propre de 1167 étoiles*, dont un extrait a été publié dans le n° de mars 1863 des *M. N.* Ce mémoire fait suite à celui de M. Airy sur le même sujet, inséré dans le t. 28 du Recueil de mémoires in 4° de la Société. La méthode de calcul est celle de M. Airy,

appliquée à un nombre d'étoiles beaucoup plus grand, et à presque toutes celles, de 1re à 8e grandeur, dont M. Main avait cherché, dans un travail précédent, à déterminer les mouvements propres. Les étoiles sont réparties en groupes ou divisions, selon leur ordre de grandeur, conformément aux recherches de M. W. Struve, et en adoptant ses évaluations pour les distances correspondantes à chaque ordre. Les équations numériques des trois coordonnées rectangulaires du mouvement linéaire du Soleil ont été formées, pour chaque division, d'après deux hypothèses. On suppose, dans la première, que les irrégularités du mouvement propre sont dues aux erreurs accidentelles de l'observation, tandis que dans la seconde on considère ces irrégularités comme entièrement dues à un mouvement particulier des étoiles elles-mêmes. La valeur résultant de ce travail pour le mouvement propre annuel du Soleil, exprimé en fraction de seconde de degré, et tel qu'il serait vu à la distance d'une étoile de première grandeur, est d'environ un tiers de seconde (0″,3392) ; elle s'accorde bien avec celle obtenue par M. Otto Struve. Quant au point du ciel vers lequel ce mouvement est dirigé, M. Dunkin le trouve situé, dans sa seconde hypothèse, par environ 264° d'ascension droite et 25° de déclinaison boréale, et cette position diffère peu de celle obtenue déjà en 1783 par Sir. W. Herschel. Malgré cet accord de résultats, MM. Airy et Dunkin les croient encore fort incertains, la comparaison de la somme des carrés des mouvements propres apparents, corrigés du mouvement du Soleil lui-même ainsi déterminé, avec la somme des carrés de ces mêmes mouvements non corrigés, ne présentant qu'une différence d'un 25e environ de la quantité totale. Ils estiment que cette incertitude ne

pourra guère cesser que lorsqu'on connaîtra mieux la distance des étoiles, et lorsque leurs mouvements propres auront été déterminés de nouveau, par des observations dignes de toute confiance, faites aux deux époques extrêmes avec des instruments perfectionnés, tels que ceux des observatoires modernes[1].

Mesure d'un grand arc de parallèle terrestre.

Les astronomes russes, après avoir complété la mesure d'un grand arc de méridien terrestre, compris entre le Danube et le Cap Nord, s'occupent maintenant de celle d'un arc de parallèle, qui s'étendrait depuis l'île de Valencia, située sur la côte Sud-Ouest de l'Irlande, jusqu'à la ville d'Orsk sur la rivière Oural, à l'extrémité orientale de la Russie d'Europe. La longueur effective de la partie de cet arc traversant l'empire britannique a été déjà exactement mesurée géodésiquement par les ingénieurs anglais. La différence de longitude entre Valencia et Greenwich a été déterminée en 1844, par une opération dirigée par M. Airy. On a établi alors, à la station de Feagh Main, dans l'île de Valencia, un instrument de passages au méridien, pour y régler une pendule sur le temps de cette station, et le transport d'une trentaine de chronomètres a été effectué à dix reprises, depuis Greenwich, dans les deux directions successives. Le mémoire détaillé de M. Airy sur cette opération a paru dans le t. 16

[1] L'observatoire de Bruxelles est un de ceux où l'on s'occupe, maintenant, de la détermination du mouvement propre des étoiles. M. Ernest Quetelet y travaille depuis 6 à 7 ans à la formation d'un catalogue de sept à huit mille étoiles à mouvement propre sensible, et ce travail doit durer en tout une dixaine d'années.

de ceux de la Société astronomique in 4°, et j'en ai fait mention dans une notice sur cette société insérée dans le cahier d'Octobre 1848 de la *Bibl. univ.* M. Airy a jugé convenable de profiter de la facilité qu'offrent, maintenant, les lignes télégraphiques pour les mesures de différences de longitude, et il a déterminé de nouveau, dans l'été de 1862, par des signaux galvaniques, la longitude de Valencia rapportée à l'observatoire de Greenwich. Les détails suivants sont tirés du compte rendu sommaire de cette nouvelle opération, inséré dans le n° de mars des *M. N.* (t. 23, p. 164).

Le temps de Valencia a été uniquement déterminé par des distances zénitales, observées de part et d'autre du méridien, à Knightstown dans le voisinage du bureau du télégraphe, entre le 11 juin et le 23 juillet, par MM. Dunkin et Criswick, avec un instrument de Simms pour mesurer les arcs de hauteur et d'azimut, dont le cercle vertical avait 12 pouces de diamètre. Par le fait du mauvais temps en Irlande et d'une interruption momentanée dans le jeu du télégraphe, il n'y a eu en réalité que six nuits de signaux effectifs et de bonnes déterminations de temps local à Valencia. La réduction des observations de hauteurs a présenté d'abord de grandes anomalies, soit pour la détermination de la latitude, soit pour celle du temps. Après une discussion soignée, on a constaté que les distances zénitales y étaient toujours données trop grandes d'environ 4 secondes de degré, sans qu'on ait pu reconnaître encore la cause de cette anomalie. En appliquant aux observations une correction provenant de cette circonstance, les résultats ont été remis en accord; et comme les observations avaient été assez également réparties à l'Est et à l'Ouest du méridien, cette correction

a eu peu d'effet en ce qui concerne la détermination du temps. Les observations de signaux ont été discutées à peu près de même que celles qui ont servi à la détermination de la longitude de Bruxelles (Voy. le t. 24 des Mém. de la Soc. astr.), et les résultats ont été les suivants :

La durée du passage du courant galvanique, sur une longueur de près de 800 milles anglais, évaluée en fraction de seconde de temps, a été de $0^s,129$.

La longitude en temps de la station de Knightstown, à l'Ouest de Greenwich, a été trouvée de $41^m\ 9^s,81$.

Le capitaine Clarke ayant lié géodésiquement entr'elles les stations de Feagh Main et de Knightstown, leur différence de longitude ainsi obtenue a été de $13^s,56$. En appliquant cette différence au résultat de la première opération, on a constaté qu'il aurait donné $41^m\ 9^s,67$ pour la longitude de Knightstown : d'où l'on voit que les deux opérations présentent un accord très-satisfaisant.

Déviation du fil à plomb à Moscou.

Je dois citer, à propos de ces opérations géodésiques, d'après une communication faite à la Société astronomique dans sa séance du 10 avril dernier par M. Otto Struve, une déviation remarquable dans la direction de la gravité, constatée récemment par M. le professeur Schweizer, astronome attaché à l'observatoire de Moscou, et qui a lieu dans cette ville et dans ses environs, en pays généralement plat et éloigné des montagnes. Il a trouvé la hauteur du pôle ou colatitude, à Moscou, déterminée astronomiquement, plus grande d'environ 8 se-

condes de degré que celle obtenue par la liaison géodésique avec d'autres points bien déterminés du réseau trigonométrique. M. Schweizer, en répétant ses observations en un grand nombre de points situés à une certaine distance, a trouvé une ligne centrale, un peu inclinée sur le parallèle de latitude, où les hauteurs du pôle observées s'accordent sensiblement avec celles obtenues géodésiquement. Au Nord de cette ligne, jusqu'à une assez grande distance, les hauteurs du pôle observées sont trop grandes, et Moscou se trouve sur la ligne du plus grand écart, à environ 8 milles anglais de la ligne centrale. Au Sud de cette ligne, au contraire, les hauteurs du pôle sont trop petites, à peu près selon la même progression graduelle. La déviation extrême est d'environ un 60e de l'angle des verticales, et elle correspond à un déficit de matière au-dessous de la ligne centrale, ou à un excès de densité de la croûte terrestre au Nord et au Sud de cette ligne, la discordance n'existant plus à une distance d'environ 23 milles de cette même ligne. Sur la demande de M. Struve, le gouvernement russe a autorisé des opérations destinées à un examen encore plus complet de cette singulière anomalie, et on fera entr'autres dans ces localités des expériences du pendule. Le compte rendu de M. Struve, inséré dans le nº 6 du t. 23 des *M. N.*, est accompagné d'une petite carte gravée sur bois des environs de Moscou, où se trouvent indiquées les déviations constatées en chaque point.

Publication d'observations et de catalogues à Greenwich.

Le fort volume in 4º comprenant les observations astronomiques, magnétiques et météorologiques faites à

l'observatoire royal de Greenwich en 1860, avec leurs réductions complètes, a déjà paru depuis quelque temps, et l'impression de celui de 1861 est fort avancée. On prépare, dans le même observatoire, un nouveau catalogue de 2021 étoiles, résultant des observations méridiennes faites dans les sept années 1854 à 1860, et ce catalogue doit être incessamment mis sous presse. On s'y occupe aussi d'un grand travail sur la discussion numérique de ce que M. de Humboldt a désigné sous le nom d'*orages magnétiques*, c'est-à-dire des perturbations accidentelles qui y ont eu lieu, de 1841 à 1857, dans les trois éléments de la déclinaison, de l'inclinaison et de l'intensité magnétiques. M. Airy paraît, dans son dernier rapport au Bureau des visiteurs, disposé à admettre, d'après les premiers résultats de ce travail, que l'idée d'attraction doit être abandonnée dans la théorie de ces orages, et qu'on peut les attribuer aux courants d'un éther magnétique, dont les mouvements sont tout à fait analogues à ceux de l'air, les mouvements verticaux n'y ayant lieu qu'en un petit nombre de localités, mais y étant alors excessivement violents. L'action des courants terrestres sur l'aimant lui paraît avoir lieu dans la direction même de ces courants, et non dans la direction transversale comme pour les courants galvaniques.

Rapports relatifs à divers autres observatoires anglais.

Ne pouvant entrer ici dans autant de détails qu'on en trouve dans le dernier rapport du Conseil de la Société astronomique, je me bornerai à quelques mentions spéciales.

L'observatoire de Cambridge est dirigé maintenant par

M. le professeur Adams, dont on connaît les beaux travaux analytiques relatifs à la planète Neptune et à la théorie de la Lune. On y a observé avec grand soin, dans l'été de 1862, Mars et les étoiles dans son voisinage, soit au cercle-mural, soit à l'équatorial. M. le professeur Challis, précédent directeur, va publier le 20e volume des observations faites dans cet observatoire, comprenant la fin de celles de 1860[1].

L'observatoire de Glasgow, dirigé par M. le professeur Grant, vient d'être pourvu, dans un bâtiment construit à part, d'une lunette achromatique de 9 pouces d'ouverture, montée équatorialement. Cette lunette qui avait appartenu à Sir W. Keith Murray, a été acquise après sa mort, pour l'observatoire, par quelques habitants de Glasgow, qui ont fait aussi les frais de la construction du bâtiment dans lequel elle est placée.

L'Ecosse possède aussi, maintenant, une lunette achromatique de onze pouces de diamètre et de 16 pieds de distance focale, montée équatorialement d'une manière très-solide, selon le mode allemand, par MM. Ransome et May d'Ipswich, sous la direction de feu l'opticien Ross. Elle appartient à M. J. W. Grant, qui, à son retour des Indes, s'est fait construire un observatoire à Elchies dans le comté de Moray. M. le professeur Piazzi Smyth a décrit cet instrument et a rendu compte de quelques observations d'étoiles doubles qu'il a faites avec lui, dans un

[1] Le nº de juin 1863 des *M. N.* renferme un petit mémoire de M. Challis, sur l'indication de l'existence d'atmosphères autour du Soleil, de la Lune et des planètes, résultant de phénomènes observés. Il y regarde l'existence d'une atmosphère comme douteuse pour la Lune, et comme probable pour le Soleil et les planètes.

rapport lu à la séance de la Société astronomique du 14 novembre 1862, et publié dans le n° 1 du t. 23 des *M. N.*

L'observatoire de M. Warren De La Rue, à Cranford, a été particulièrement consacré, l'année dernière, à photographier le disque du soleil, au moyen de l'héliographe de Kew qui y a été placé. M. Reynolds, aide de M. De La Rue, a obtenu en un an 160 photographies, soit au moins une en chaque jour où l'état du ciel a permis d'en avoir. Les figures obtenues seront ensuite mesurées avec un micromètre, et les données qui en résulteront seront soigneusement discutées.

M. le professeur Selwyn d'Ely, qui a travaillé avec un instrument construit sur le modèle de l'héliographe de Kew, mais dans de plus petites dimensions, a aussi obtenu des images du soleil ; et deux d'entre elles, celles du 4 août et du 1er octobre, ont présenté une entaille sur le bord du disque, correspondant par sa position avec de grandes taches, tandis que les observations directes ont fait voir une raie (a streak) sur le bord du soleil, en dehors de l'ouverture présumée. Cette raie de la photosphère solaire est représentée sur les photographies de M. De La Rue, en sorte qu'il y a accord entre elles et les observations directes.

M. De La Rue a publié l'année dernière, dans les *Transact. philos.* de la Société royale de Londres, un mémoire sur l'éclipse totale de soleil de 1860, qui a servi, entre autres, à bien constater que la photographie astronomique pouvait procurer des données numériques. Ainsi, au milieu de l'éclipse totale observée en Espagne par M. De La Rue, le diamètre de la Lune, tel qu'il l'a déterminé photographiquement, est de 1986″,2 : tandis que ce même diamètre calculé d'après les tables

de la Lune était de 1986″,1. Ce mémoire a fourni aussi l'une des premières applications au dessin d'objets célestes du procédé phototype de M. Paul Pretsch, des groupes de taches solaires y ayant été imprimés, avec une presse ordinaire, d'après un bloc métallique, gravé par le seul effet de la lumière et de l'électricité, sans aucun autre instrument. Ce procédé pourra être très-utile pour multiplier la reproduction des figures d'objets célestes, rendues ainsi tout à fait indépendantes de l'imagination de l'observateur ou de l'imperfection de la gravure[1].

On a obtenu en 1862, à l'observatoire de Cranford, quelques nouvelles photographies de la Lune; des expériences, qui les ont élevées à l'échelle de la grande carte de Beer et Mædler, ont ainsi procuré de belles et utiles cartes lunaires, que MM. Smith et Beck se proposent de publier, tant en entier que par parties, à l'usage spécial des personnes qui désireraient y tracer de plus petits détails, au moyen d'observations directes.

M. Birt est un des astronomes anglais qui s'occupent, depuis quelques années, à observer avec le plus de soin de tels détails sur la partie de la surface de la Lune visible pour nous. Il a examiné dernièrement, sous ce rapport, les régions voisines de la tache *Pluton* et de la

[1] Le père Secchi a publié récemment en italien un petit mémoire, accompagné d'une planche qui représente, sur une grande échelle, quatre des photographies prises par lui en Espagne pendant cette même éclipse. Il résulte de la comparaison qu'il en a faite avec celles obtenues par M. De La Rue en une autre station : 1° qu'il y a à peu près identité entre les protubérances rosées sur le bord du disque obscur ainsi représentées aux deux stations; 2° que ces protubérances se sont maintenues à peu près les mêmes pendant la plus grande partie de l'éclipse totale, et qu'elles paraissent émaner évidemment du Soleil.

mer des tempêtes. M. Dawes, dont l'observatoire est à Hopewell, près Haddenham, a fait récemment aussi quelques observations sur la tache Platon. Il a observé sur le disque de la planète Saturne un passage de l'ombre de son plus brillant satellite *Titan*, et il a observé aussi une éclipse de ce même satellite dans l'ombre de la planète. La première de ces deux observations est un phénomène très-rare, et M. Dawes regarde la seconde comme étant unique en son genre.

M. J. Gurney Barclay avait constaté, dès le 10 janvier 1856, avec une lunette de Cooke de 7 $^1/_2$ pouces d'ouverture, l'existence près de Procyon d'une très-petite étoile, et de deux autres, plus faibles, dans son voisinage immédiat. M. Romberg, attaché maintenant à l'observatoire de M. Barclay, situé à Leyton dans le comté d'Essex, y a déterminé tout récemment, avec une lunette de Cooke de 10 pouces d'ouverture, la position exacte de la première de ces petites étoiles, qu'il estime être de grandeur 10 $^1/_2$, et dont la distance à Procyon est d'environ 46 secondes de degré. Il a vérifié aussi l'existence des deux autres étoiles plus faibles de lumière (Voy. le n° d'avril 1863 des *M. N.*, t. 23, p. 196). Ce fait peut se lier d'une manière intéressante avec la variabilité du mouvement propre de Procyon, reconnue par Bessel, dès 1844, pour cette étoile comme pour Sirius, variabilité qui a été soigneusement étudiée dès lors par M. Mædler de 1847 à 1861, et en 1862 par M. Auwers, dans une dissertation inaugurale in 4° publiée à Kœnigsberg. Ce dernier rend raison de la variabilité des positions de Procyon, en admettant que cette étoile décrit, en 40 ans environ, une orbite circulaire dont le rayon est d'envi-

ron une seconde de degré (Voy. *A. N.*, nos 1371 à 1373, et *M. N.*, t. 23, p. 18).

M. Carrington a remis à l'observatoire d'Oxford le cercle-méridien dont il a fait un si bon usage dans son observatoire de Redhill, et dont M. Main tirera aussi un excellent parti. Il a terminé la rédaction d'un important mémoire relatif à ses 7 ans 1/2 d'observations de taches du soleil à Redhill ; ce mémoire étant accompagné d'environ 170 planches, son insertion dans le recueil de ceux de la Société astronomique serait très-difficile et il est probable qu'il sera publié à part. Le texte se compose : 1° d'une introduction, où l'auteur décrit les procédés d'observation et de réduction qu'il a suivis ; 2° d'un catalogue de tous les noyaux choisis comme points principaux d'observation, rangés en colonnes ; 3° de la discussion de la position héliographique de ces noyaux en chaque groupe, dans le but spécial d'en déduire les mouvements diurnes de ces noyaux, selon leurs deux éléments de direction ; 4° d'une table de ces résultats, rangée dans l'ordre des latitudes des noyaux, et qui manifeste évidemment dans leur valeur moyenne une loi déterminée ; 5° des corrections qui en résultent dans la position de l'équateur solaire préalablement adoptée.

D'après une communication de M. Carrington à la Société astronomique dans sa séance du 13 juin 1862 (*M. N.*, t. 22, p. 301) la valeur qu'il a obtenue pour l'inclinaison de l'équateur solaire sur l'écliptique est de 7°15′, et la longitude du nœud ascendant de cet équateur est de 73°40′; M. Laugier avait trouvé, en 1840, 7°9′ pour le premier de ces éléments et 75°8′ pour le second.

La formule empirique à laquelle M. Carrington est parvenu, pour représenter la loi du mouvement diurne de

86 séries d'observations de noyaux isolés, peu étendus et de forme régulière, est celle-ci exprimée en minutes de degré :

$$865' - 165' \sin. {}^{7}/_{4} \text{ latitude.}$$

Le premier terme de cette formule donne pour la durée de la rotation à l'équateur tout près de 25 jours. Le second terme est entièrement dû aux travaux de M. Carrington, M. Laugier ayant seulement constaté, dès 1842, la variabilité du mouvement des taches.

Quant aux planches jointes au mémoire de M. Carrington, il y en a 99 qui représentent des groupes observés pendant toute une rotation, et un certain nombre d'autres présentent, dans une série de figures, les apparences successives d'un même groupe.

Il y a eu fréquemment dans les séances de la Société des communications relatives à des étoiles d'éclat variable. Je n'en citerai ici qu'une seule : c'est une lettre de M. le professeur Rodolphe Wolf, de Zurich, à M. Airy, en date du 2 avril 1863, insérée dans le n° de mai des *M. N.*, dans laquelle il annonce avoir trouvé une période qui peut rendre raison des grandes variations d'éclat de l'étoile très-remarquable du ciel austral η du Navire. On sait que cette étoile dépasse quelquefois en éclat celles de première grandeur, et descend à d'autres époques jusqu'à la 4me. M. Wolf, en réunissant les observations à lui connues de cette étoile, depuis l'année 1677 où elle a été observée par Halley à l'un de ses *minima* de clarté, a trouvé qu'on pouvait en rendre raison par une période de 46 ans, en admettant qu'entre deux *minima* principaux il y en aurait deux autres moindres, et qu'il y aurait de même un *maximum* principal et deux *maxima* secondaires.

Nouvelles petites planètes et comètes.

Les petites planètes découvertes en 1862 sont au nombre de six, savoir : *Feronia*, découverte par MM. Peters et Safford ; *Clytie*, par M. Tuttle : *Galatée*, par M. Tempel ; *Freia*, par M le prof. d'Arrest ; et deux autres, *Eurydice* et *Frigga*, par M. le Dr et prof. Peters, directeur du collége d'Hamilton, à Clinton en Amérique ; *Daphné*, qui était presque perdue, a été retrouvée le 31 août à Bilk, près de Dusseldorf, par M. le Dr Luther. Ce dernier a encore découvert, le 15 mars 1863, une nouvelle petite planète à laquelle il a donné le nom de *Diane*. Le nombre de celles déjà reconnues, entre Mars et Jupiter, s'élève maintenant à 78. L'observation de ces astres exige de puissants instruments, et augmente notablement le travail des astronomes observateurs et calculateurs. L'observatoire de Greenwich est un de ceux où on les observe le plus assiduement.

Quant aux comètes, on a eu d'abord, vers la fin de 1861 et au commencement de 1862, un retour intéressant de la comète à courte période, dite d'Encke, conformément à l'annonce qui en avait été faite par ce célèbre astronome. D'après M. Bond, elle a été visible à l'œil nu dès le 28 décembre, c'est-à-dire plus de cinq semaines avant son passage au périhélie, ce qui prouve que son éclat n'a point diminué, comme on l'avait cru. Elle a présenté, dans la direction ordinaire, une queue d'environ un degré de longueur, et a de plus manifesté, longtemps avant la formation de cette queue, une disposition de la nébulosité à se diriger du côté du soleil, de manière à former dans ce sens une faible queue, dans

une direction opposée à celle de l'autre. Cette circonstance avait déjà été remarquée dans de précédentes apparitions de cette comète, particulièrement dans celles de 1848 et de 1852 [1]. Il y a eu dès lors 4 comètes découvertes en 1862.

La première est une petite comète qui a été visible à l'œil nu. Elle a été découverte le 2 juillet dans la constellation de Cassiopée, soit par M. Schmidt à Athènes, soit par M. Tempel à Marseille, et le 3 en Amérique dans deux observatoires. Elle avait déjà passé le 22 juin à son périhélie. Cette comète a eu un mouvement apparent très-rapide à cause de son rapprochement de la Terre. Entre le 3 et le 4 juillet, sa distance à la Terre n'a été que d'environ un 10e de celle de la Terre au Soleil. Elle présentait une nébulosité de 20 à 25 minutes de degré de diamètre, avec une légère apparence de queue et un très-petit noyau, paraissant, dans une lunette de grande dimension, comme une étoile de 13e grandeur, ayant un diamètre de trois dixièmes de seconde. Ses positions relativement aux étoiles près desquelles elle passait ont été particulièrement suivies par M. Bond, dans l'espoir que ses observations, et celles faites ailleurs, pourraient fournir des données pour la détermination de la parallaxe de cet astre.

La seconde comète découverte en 1862, signalée par M. Tuttle dès le 18 juillet, a été assez belle pendant quel-

[1] Ces détails sont extraits du dernier Rapport annuel de M. Bond sur son observatoire, que j'ai reçu tout récemment ; M. Tietjen a publié dernièrement aussi, dans le n° 1421 des *A. N.*, le résultat des observations de cette comète faites avec la grande lunette de l'observatoire de Berlin, du 4 octobre 1861 au 18 janvier 1862.

ques jours et a présenté des phénomènes physiques intéressants. Sa queue a atteint le 27 août une longueur de 25 degrés, d'après M. Schmidt, qui a publié dans le n° 1395 des *A. N.* un mémoire sur les apparences de cet astre. Son orbite est elliptique, et M. Oppolzer, astronome à Vienne, évalue la durée de sa révolution à environ 124 ans. (Voy. *A. N.*, n° 1396.)

La comète télescopique découverte le 30 novembre 1862 par M. Bruhns, dans le nouvel observatoire de Leipsic dont il est le directeur, a passé à son périhélie seulement le 3 février 1863, ce qui l'a fait admettre comme étant la première appartenant à l'année actuelle. Elle a déjà fait l'objet d'un travail assez considérable de M. Engelmann (attaché au même observatoire), inséré dans le n° 1426 des *A. N.* Il a déduit de plus de trois mois d'observations de cet astre faites en divers points, qu'il a eues à sa disposition, des éléments corrigés de son orbite, tant paraboliques qu'elliptiques, sans pouvoir décider encore quelle est celle de ces deux sections coniques qui devrait être adoptée de préférence pour cette petite comète. M. Bruhns a découvert aussi le 1er décembre, et M. Respighi le 27 novembre, une petite comète télescopique, qui est la 3e nouvelle de 1863. La 2de de 1863, télescopique aussi, a été découverte le 11 avril par le Dr Klinkerfues, et le 14 par le professeur Donati.

La comète découverte à Bologne, le 12 avril 1863, par M. Respighi, dans la constellation de Pégase, et qui porte le n° 3 de cette année, a été visible à l'œil nu dès le moment de sa découverte, comme une étoile de 6e grandeur, avec une queue de près d'un degré. Elle a passé le 21 avril à son périhélie, et sa queue a pris peu de développement. Son mouvement est direct, et l'incli-

naison du plan de son orbite sur celui de l'écliptique est d'environ 85° $^1/_2$.

La comète à courte période dite de Brorsen a passé à son périhélie vers la fin de 1862, sans être observée, ce qui tient sans doute à sa position défavorable dans le crépuscule du matin. La comète du même genre, dite de Winnecke, dont la révolution est aussi d'environ 5 ans $^1/_2$, doit repasser à son périhélie vers le 23 novembre de l'année actuelle, et M. Hind a publié, dans le numéro de juin 1863 des *M. N.*, une éphéméride des positions dans le ciel de cette petite comète, depuis le commencement de novembre 1863 jusqu'au milieu de février 1864, calculée d'après les éléments du Dr Seeling insérés dans le numéro 1319 des *A. N.* On y voit que la déclinaison de cette comète sera australe dans tout cet intervalle de temps, ce qui pourra rendre son observation difficile dans le Nord de l'Europe.

Le professeur Angstroem d'Upsal est mentionné dans le dernier rapport du Conseil de la Société astronomique, comme ayant découvert, dans un mémoire publié en 1862, deux inégalités périodiques dans le mouvement de la comète de Halley. Il y est parvenu, d'après les détails donnés à ce sujet dans le t. 23, p. 116 des *M. N.*, par la comparaison qu'il a faite de l'intervalle des divers retours de cette comète à son périhéiie, au nombre de 24, qui paraissent avoir été remarqués, depuis celui de l'an 10 avant l'ère chrétienne, jusqu'au dernier qui a eu lieu le 16 novembre 1835. La durée moyenne de la révolution de cette comète résultant de cette comparaison est de 76 ans, 92. Les deux inégalités, dépendant de l'action perturbatrice de Jupiter et de Saturne, dont M. Angstrœm a déterminé la loi, peuvent accélérer ou retarder d'environ un an et demi les apparitions de cette comète.

Nouveaux matériaux pour les instruments d'astronomie.

Le rapport signale comme dignes d'attention les grands miroirs de télescope en verre argenté, qui se fabriquent actuellement à prix modéré, soit à Paris, dans les ateliers de M. Secretan, soit à Munich sous la direction de M. le professeur Steinheil. Il ajoute, cependant, que les avantages de ces nouveaux miroirs sont contrebalancés jusqu'à un certain point, par la nécessité où l'on se trouve, à ce qu'il paraît, de renouveler l'opération de l'argenture plus fréquemment qu'on n'est obligé de repolir les miroirs métalliques.

La Société astronomique a reçu, dans sa séance du 14 novembre 1862, un mémoire du lieutenant-colonel Strange, publié dans le numéro 1 du t. 23 des *M. N.*, sur l'emploi du *bronze-aluminium* dans la construction des instruments d'astronomie et de physique. On connaît assez généralement les beaux travaux sur l'aluminium de M. Henri Sainte-Claire Deville, célèbre chimiste et membre de l'académie des sciences de Paris. Il a remis à MM. Bell frères, de Newcastle, une autorisation de fabriquer en Angleterre, selon ses procédés, ce métal et ses alliages. Le D[r] Percy paraît être le premier, d'après M. Strange, qui ait exécuté en Angleterre, il y a six ans environ, l'alliage dont il est ici question. Plusieurs articles de bronze-aluminium, provenant de MM. Bell de Newcastle et Morin de Paris, ont déjà paru à la grande exposition de Londres en 1862. Cet alliage, qui a à peu près la couleur de l'or, se compose en général de 90 parties de cuivre de qualité supérieure, et de 10 parties d'aluminium. On fait fondre l'alliage à deux ou trois reprises, et

il acquiert ainsi des qualités précieuses, exposées en détail par le colonel Strange, d'après des essais comparatifs, qui font voir sa supériorité de force sous un moindre poids relativement au bronze ordinaire et au métal de canon. Son prix est 5 à 6 fois plus élevé que celui de ce dernier métal, mais il pourra baisser à mesure que la fabrication s'étendra; une plus petite quantité du nouvel alliage procurera le même degré de force, et d'ailleurs le prix de la matière première est peu de chose, quand il s'agit d'instruments de précision. Aussi le colonel Strange, chargé par le gouvernement britannique de diriger la construction d'instruments d'astronomie et de géodésie pour les grandes mesures trigonométriques qui doivent encore s'effectuer aux Indes orientales anglaises, a autorisé MM. Simms à faire de premiers essais de bronze-aluminium dans la construction de l'un des grands théodolites destinés à ces opérations[1].

Travaux de M. Argelander.

A la suite du rapport d'où j'ai tiré une bonne partie des renseignements précédents, se trouve une adresse à

[1] Le colonel Strange a fait insérer aussi, dans le n° des *M. N.* du 12 juin 1863 (t. 23, p. 255), une note relative à un appareil d'horlogerie récemment inventé par M. Foucault et exécuté dans les ateliers de M. Secretan, pour mettre en mouvement le nouveau grand équatorial de l'observatoire de Paris, afin de pouvoir faire suivre exactement à la lunette chaque astre dans son mouvement diurne apparent. M. Strange, qui a vu récemment cet appareil fonctionner à Paris, l'a trouvé très-approprié à son but, qui est de produire un mouvement sensiblement uniforme, à travers toutes les variations possibles de la force motrice, ainsi que du frottement et de la résistance du mobile. Il annonce que cette invention, patentée en France et en Angleterre, sera bientôt publiquement décrite par son auteur.

la Société astronomique, prononcée avant sa sortie de charge, par son respectable président, M. le Dr Lee, à l'occasion de la proposition du Conseil de décerner cette année la médaille d'or de la Société à M. le professeur Argelander. Je vais, avant de terminer cet article, extraire de cette adresse quelques détails intéressants relatifs aux travaux de ce célèbre astronome.

On sait que M. Argelander a dirigé successivement les observatoires d'Abo et d'Helsingfors, puis celui de Bonn où il est encore. Il a publié, en 1835, un catalogue de 560 étoiles, résultant de ses observations en Finlande, faites principalement dans le but de déterminer le mouvement propre de ces étoiles. Il en a trouvé 390 dont le mouvement propre annuel surpassait un dixième de seconde de degré. Il a déduit de ce travail un résultat important, relatif au mouvement du système solaire vers un point déterminé du ciel, et il a trouvé pour la position de ce point des valeurs de ses coordonnées sphériques très-rapprochées de celles obtenues par sir W. Herschel 52 ans auparavant, savoir:

Une ascension droite de 259° 47',6 avec erreur probable de 3",3; et une déclinaison boréale de 32° 29',5 avec erreur probable de 2",2.

En étudiant les grandeurs comparatives des étoiles, M. Argelander en a trouvé 3256 visibles à l'œil nu entre le pôle nord et 30 degrés de déclinaison australe, et il a publié à Berlin en 1843, sous le titre d'*Uranometria nova*, un petit atlas de toutes ces étoiles, accompagné d'un catalogue rangé par constellations.

Il s'est aussi particulièrement attaché à l'étude des étoiles d'éclat variable. Il a observé spécialement β de la Lyre, dont Goodricke avait découvert la variabilité en

1784, et a reconnu les doubles *maxima* et *minima* d'éclat de cette étoile. Son premier mémoire sur ce sujet date de 1843; il a continué dès lors à s'occuper de cette étoile variable et de plusieurs autres, et a donné des formules empiriques qui représentent la variabilité de quelques-unes d'entre elles.

Ses principaux travaux à Bonn ont eu pour objet la détermination des positions dans le ciel d'un grand nombre de petites étoiles. Il a suivi l'exemple de Bessel, en instituant, avec ses adjoints, une série d'observations par zones, comprises de 80° de déclinaison boréale à 31° de déclinaison australe, dont les résultats ont été publiés en deux volumes, contenant les positions d'environ 40000 étoiles, déterminées à la précision d'un 10e de seconde de temps pour l'ascension droite et d'une seconde de degré pour la déclinaison. Les zones de Bessel comprennent environ 62000 étoiles, le catalogue de M. Carrington en contient près de 4000 entre le pôle nord et le 81e degré de déclinaison boréale, et il y a eu des travaux analogues dans plusieurs autres observatoires. Mais M. Argelander n'en est pas resté là. Il a entrepris, soit d'après les travaux précédents, soit d'après de nouvelles revues du ciel exécutées à Bonn, la publication d'un grand atlas céleste de l'hémisphère boréal, accompagné d'un catalogue des positions approximatives des étoiles qui s'y trouvent placées. La première section de cet ouvrage, qui forme le 3e volume des observations de Bonn, contient les positions de 110984 étoiles, comprises entre 2° de déclinaison australe et 20° de déclinaison boréale. La seconde section, formant le 4e volume de la même collection, donne les positions de 105075 étoiles, comprises entre 20° et 40° de déclinaison boréale. Les

cartes doivent contenir toutes les étoiles de 1re à 9e grandeur, et, autant que possible, les plus brillantes de 9e à 10e et de 10e grandeur. Les estimations de grandéur ne doivent pas être en erreur de plus d'une demi-classe. Les positions, dans l'une et l'autre direction, doivent être exactes à une minute de degré près, de telle sorte que chaque étoile puisse être facilement retrouvée dans les instruments méridiens, sans laisser de doute sur son identité relativement aux autres étoiles voisines.

On peut évaluer à 309000 le nombre des étoiles de l'hémisphère boréal qui seront enregistrées dans cette collection de cartes,

savoir	105000	de	0°	à	20°	de déclinaison.
	93000	»	20°	à	40°	»
	69000	»	40°	à	60°	»
	37000	»	60°	à	80°	»
	5000	»	80°	à	90°	»

Il me paraît inutile d'insister ici sur les grands et nombreux avantages que la science doit retirer de cette belle entreprise. Elle fait suite à plusieurs autres analogues, exécutées pour une partie du ciel, en Allemagne sous les auspices de l'Académie de Berlin, en Angleterre sous la direction de M. Bishop, et en France par M. Chacornac : mais elle est bien plus étendue et plus considérable encore.

M. Argelander ayant exprimé, à plusieurs reprises, le vœu qu'un travail analogue à celui qui s'exécute à l'observatoire de Bonn, fût entrepris sur la même échelle dans l'hémisphère austral, sous les auspices britanniques, une commission de la Société astronomique composée de MM. Airy, Hind et Carrington a été désignée pour conférer sur cette proposition. Cette commission a adressé à ce sujet au Conseil de la Société un rapport, adopté par

ce Conseil et publié par lui à la fin du rapport général de cette année. La commission regarde comme éminemment désirable l'exécution de ce plan, qui, suivant elle, ne présente point de grandes difficultés et n'exige pas de très-fortes dépenses. Elle fait connaître l'intention déjà manifestée par M. Pogson, directeur actuel de l'observatoire de Madras, d'exécuter une partie de cette œuvre. D'après une courte notice sur les derniers travaux de cet astronome, insérée dans le n° de mars 1863 des *M. N.*, il s'occupe, entre autres, à faire graver l'atlas d'étoiles variables qu'il a commencé dans l'observatoire du Dr Lee à Hartwell. Il a fait usage, depuis le 1er juin 1862, d'un nouveau cercle de passages au méridien, construit par Simms et qui le satisfait pleinement. Il travaille avec cet instrument à la formation d'un catalogue de petites étoiles australes, qui pourront servir de points de repère pour la grande revue du ciel austral dont il est question.

Je dois terminer ici ce compte rendu sommaire, mais déjà long, des travaux les plus récents accomplis sous le patronage de la Société astronomique de Londres. Quoique j'aie cherché à n'y rien omettre, en fait de recherches ou annonces de quelque importance parvenues à ma connaissance, il est nécessairement incomplet, vu l'espace limité dans lequel j'ai dû le renfermer. Il me semble très-propre, toutefois, à confirmer ce que j'ai eu déjà l'occasion de dire à plusieurs reprises dans ce recueil, et ce que M. Mailly a bien fait ressortir aussi dans son mémoire, sur les grands services que rend la libérale institution dont je viens de parler, à la belle science à laquelle elle est consacrée. ALFRED GAUTIER.

Chougny, près Genève, 3 août 1863.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

Prof. W. MILLER, de King's College. SUR LA TRANSPARENCE PHOTOGRAPHIQUE DE DIFFÉRENTS CORPS, ET SUR LES EFFETS PHOTOGRAPHIQUES DES SPECTRES MÉTALLIQUES ET AUTRES OBTENUS PAR LE MOYEN DE L'ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE. Extrait des comptes rendus de la Société royale de Londres, pour juin 1862 (Voyez *Philosophical Magazine*, avril 1863).

Le Professeur Miller, dans un précédent mémoire communiqué à l'Association Britannique en 1861, dans lequel il employait comme milieu réfringent le sulfure de carbone, a été conduit à admettre que les effets photographiques des spectres électriques produits par les différents métaux étaient, sinon identiques, au moins très-semblables. Des recherches ultérieures l'ont convaincu que cette similitude n'était qu'apparente, et provenait de ce que le sulfure de carbone avait la propriété d'intercepter la plus grande partie des rayons chimiques, circonstance qui devait naturellement contribuer à jeter du doute sur les conclusions qu'il avait pu tirer d'observations faites au moyen de ce milieu réfringent. L'auteur, à l'occasion du choix d'un autre milieu, possédant un pouvoir réfringent et dispersif suffisant pour pouvoir être employé avec avantage dans la construction des lentilles et des prismes nécessaires à ses recherches, a été conduit à étudier l'absorption photographique d'un grand nombre de substances incolores qui paraissaient parfaitement transparentes pour les rayons lumineux. Les expériences renfermées dans la première partie de son travail, et dont nous parlerons d'abord, se rapportent à cette action ab-

sorbante par différents milieux des rayons chimiques du spectre. La seconde partie est consacrée à la description des spectres électriques de quelques-uns des métaux les plus importants, et à l'effet produit en faisant varier les milieux gazeux par lesquels passaient les étincelles destinées à les produire.

Première partie.— *Transparence photographique des corps.*

Dans les expériences qu'il a faites sur le pouvoir absorbant de différents milieux, l'auteur a employé comme source lumineuse l'étincelle électrique obtenue entre deux fils de métal, le plus souvent d'argent, mis en communication avec les pôles des fils secondaires d'une bobine d'induction de dix pouces. Cette lumière, après avoir passé à travers une fente verticale, soit avant, soit après qu'elle eut traversé le milieu dont il s'agissait de constater la qualité *diactinique*, ou transparence pour les rayons chimiques, était reçue sur un prisme de quartz placé à l'angle de déviation minimum pour la moyenne des rayons réfractés. Derrière ce prisme se trouvait une lentille de cristal de roche, et en arrière de cette lentille, à une distance convenable, on recevait le spectre sur une couche mince de collodium revêtue d'iodure d'argent, et maintenue fixe dans le châssis d'une chambre obscure Après un intervalle d'environ cinq minutes, l'image était rendue visible par l'action de l'acide pyrogallique, et ensuite fixée au moyen du cyanure de potassium. Voici les résultats généraux obtenus :

1° Les corps incolores, également transparents pour les rayons visibles, varient beaucoup quant à leur faculté de transmettre les rayons chimiques ;

2° Des corps photographiquement transparents sous la forme solide. conservent cette transparence sous la forme liquide et gazeuse ;

3° Des solides incolores transparents, doués d'une absorption photographique considérable, conservent cette propriété, quoiqu'à un degré variable, dans l'état liquide et gazeux.

Les conclusions ci-dessus sont également vraies par rapport

aux liquides, soit que le corps ait été liquéfié par la chaleur, soit qu'il ait été dissout dans l'eau. La transparence parfaite de l'eau pour les rayons chimiques, jointe à la circonstance que dans aucun cas la dissolution ne paraît modifier en quoi que ce soit l'action spéciale de la substance dissoute sour les rayons incidents, a permis d'expérimenter sur un grand nombre de corps qu'il aurait été difficile sans cela de soumettre à ce genre d'épreuve, à cause de la difficulté de les obtenir sous forme de cristaux d'une grandeur et d'une limpidité suffisantes.

Les liquides soumis à l'expérience ne peuvent être renfermés dans des vases de verre. En effet, le flint et le crown-glass, le verre blanc de Bohême, le verre cristal, le verre des vitres et le verre optique de Faraday, même en couches minces, raccourcissent tous le spectre des trois aux quatre cinquièmes de sa longueur. Le mica produit le même effet. L'auteur a trouvé que la seule substance qu'il pût employer sans inconvénient sons ce rapport était le cristal de roche en plaques minces et polies. Il renferme ses liquides dans une petite auge, construite en pratiquant une entaille dans une plaque épaisse de cristal; les parois latérales de cette auge sont formées de plaques minces de quartz ajustées solidement contre la surface du cristal par le moyen de bandes élastiques de caoutchouc. Il obtient ainsi dans chaque expérience une couche de liquide de la profondeur de 0,75 de pouce.

Les substances qui, après l'air atmosphérique et quelques autres gaz, ont paru les plus diactiniques, sont le cristal de roche, l'eau, tant à l'état solide qu'à l'état liquide, le spath-fluor blanc et le sel gemme. Viennent ensuite les sulfates, y compris ceux de baryte et les sulfates hydratés de chaux et de magnésie, ainsi que les sulfates alcalins. Les carbonates alcalins et les terres alcalines, de même que les phosphates, les arséniates et les borates sont aussi passablement diactiniques. Des solutions saturées des acides phosphoriques et arséniques ont cependant accusé un pouvoir absorbant assez considérable, de même que des solutions saturées de potasse et de soude, peut-être à cause de la présence accidentelle de quelque matière colorante qui a pu s'y trouver.

Les fluorures solubles, de même que les chlorures et les bromures des métaux alcalins et des terres alcalines, sont très-diactiniques, mais les iodures le sont beaucoup moins. Tous les acides organiques et leurs sels soumis à l'expérience, savoir : les oxalates, les tartrates, les acétates et les citrates, ont exercé une action absorbante très-marquée, et dans l'ordre ci-dessus indiqué, sur les rayons les plus réfrangibles. Nous devons cependant ajouter que l'auteur attache moins de confiance aux résultats obtenus sur des composés organiques, plus spécialement sur les acétates, qu'à ceux que lui ont fournis les sels des acides inorganiques, à cause de la difficulté d'obtenir les premiers à l'état de pureté. Les différentes variétés de sucre sont toutes diactiniques.

Parmi les sels des acides inorganiques, ce sont surtout les nitrates qui arrêtent d'une façon remarquable les rayons chimiques. Les solutions de nitrates ont, en effet, constamment intercepté tous les rayons les plus réfrangibles, et réduit le spectre à moins d'un sixième de sa longueur ordinaire. Le pouvoir absorbant des chlorates est beaucoup moins considérable. Quoique les sulfates, en général, soient très-diactiniques, les sulfites et les hyposulfites le sont beaucoup moins. Avec ces derniers, le spectre se trouve réduit au quart de sa longueur ; il n'en reste que la portion la moins réfrangible.

Parmi les dix-huit liquides soumis à l'expérience, deux seulement peuvent être regardés comme passablement diactiniques, savoir : l'eau qui l'est à un très-haut point, et l'alcool absolu qui l'est beaucoup moins. Les liquides suivants sont indiqués dans l'ordre de leur transparence chimique : la liqueur des Hollandais, le chloroforme, le benzol et la glycérine distillée, qui diffèrent peu sous ce rapport l'un de l'autre ; puis l'essence de pomme de terre, l'esprit de bois et l'éther oxalique, l'acide acétique, l'huile de térébenthine, le glycol et le sulfure de carbone. Enfin, le trichlorure et l'oxychlorure de phosphore, quoique parfaitement incolores et limpides, interceptent la totalité des rayons chimiques.

Les expériences sur les substances aériformes ont fourni des

résultats importants, et qui coïncident peu avec les résultats obtenus par Tyndall, en ce qui se rapporte au pouvoir absorbant des gaz pour le calorique rayonnant. Ces expériences ont été faites en interposant dans la direction du rayon, entre la fente verticale et le prisme de quartz, un tube de laiton de deux pieds de long, fermé hermétiquement à chacune de ses extrémités par un disque de quartz. Les différents gaz ou vapeurs ont été introduits successivement dans le tube, et les résultats comparés avec ceux obtenus lorsque les rayons traversaient le tube rempli d'air atmosphérique. Parmi les gaz incolores, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, l'acide carbonique et l'oxyde de carbone se sont trouvés être parfaitement diactiniques; tandis que chez le gaz oléfiant, le protoxyde d'azote, le cyanogène et le gaz acide hydrochlorique, l'action absorbante, quoique faible, est très-perceptible. Dans le cas du gaz de l'éclairage et de l'acide sulfureux, cette action est beaucoup plus marquée, réduisant subitement le spectre à la moitié de sa longueur. L'hydrogène sulfuré et la vapeur du sulfure de carbone, de même que le trichlorure et l'oxychlorure de phosphore, ont une action absorbante plus forte encore.

Le gaz de l'éclairage paraît surtout devoir sa propriété d'intercepter les rayons chimiques à la présence de la vapeur de benzol et à celle d'autres hydrocarbures lourds. On remarque, en effet, qu'une colonne d'air, longue de deux pieds, imprégnée jusqu'à saturation de la vapeur de benzol, possède un pouvoir absorbant encore plus considérable que le gaz de l'éclairage. Ce pouvoir est, au contraire, beaucoup moins développé dans le cas d'air saturé par des vapeurs d'éther, de chloroforme ou de térébenthine.

Dans le but de faciliter la formation d'un spectre sur une surface plane, à une distance uniforme de tous les points du prisme, l'auteur essaya de substituer à la lentille de cristal de roche un petit miroir métallique; mais la diminution de l'action chimique des rayons, par suite de leur réflexion, a été si considérable, qu'il a dû plus tard renoncer à cette méthode. Il mentionne cependant les résultats de l'action photographique de la lumière réfléchie à

un angle de 45° par les surfaces polies d'un petit nombre de métaux. La réflexion par les surfaces d'or, quoique pas très-intense, a été trouvée plus uniforme que celle d'aucun des autres métaux éprouvés.

SECONDE PARTIE. — *Spectres électriques des métaux.*

L'auteur décrit, dans la seconde partie de son travail, ses expériences sur les spectres obtenus en faisant passer entre des électrodes composés de différents métaux, des étincelles produites par le courant secondaire de la bobine d'induction. Son procédé pour obtenir les spectres était d'ailleurs le même que celui décrit plus haut. Ainsi que nous l'avons vu au commencement de ce résumé, l'extrémité de chaque spectre, considéré dans sa partie la moins réfrangible, la seule capable d'être transmise à travers le sulfure de carbone, n'a pas paru différer sensiblement d'un métal à l'autre. Mais l'expérience a montré qu'il en était tout autrement lorsque l'on employait un milieu réfringent qui permît de comparer les portions les plus réfrangibles du spectre ; dans ce cas, des différences considérables et parfaitement caractérisées se sont manifestées entre les différents métaux soumis à l'épreuve. C'est ainsi que chez certains métaux, tels que le cuivre et le nickel, le spectre s'allonge notablement du côté de l'extrémité la plus réfrangible, tandis que le spectre à teintes si vives et si parfaitement caractérisé du magnésium est beaucoup plus court.

Dans un assez grand nombre de cas, les métaux rapprochés par leurs propriétés chimiques fournissent des spectres plus ou moins semblables les uns aux autres. C'est ce qui a lieu, par exemple, pour les métaux magnétiques, le fer, le cobalt et le nickel, et pour le groupe qui comprend le bismuth, l'antimoine et l'arsenic. Ce sont les métaux les plus volatils qui produisent en général les raies les plus apparentes. Le cadmium, par exemple, donne lieu à deux groupes de raies très-intenses ; le zinc en fournit deux très-apparentes du côté de l'extrémité la moins réfrangible du spectre ; trois vers le milieu et quatre équi-distantes

vers l'extrémité de la portion la plus réfrangible. Dans le spectre du magnésium, l'action chimique se termine presque subitement, vers le milieu, par un triple groupe de raies larges très-apparentes

En examinant de près les photographies des spectres des différents métaux, on remarque que les impressions, surtout dans leurs portions les plus réfrangibles, sont composées de deux rangées de points se dirigeant parallèlement à la longueur du spectre, et formant, pour ainsi dire, les extrémités des raies plutôt que les raies elles-mêmes ; comme si l'intensité de l'incandescence des particules détachées de métal, requise pour donner lieu à des rayons capables de produire une action chimique, avait cessé avant que la translation de ces particules à l'électrode opposé eût été accomplie.

Lorsqu'on emploie comme électrodes des alliages métalliques, le spectre produit est celui qui est dû à l'un et à l'autre des deux métaux. Dans ce cas, ce n'est pas toujours le métal le plus volatil qui fournit le spectre le plus apparent. C'est ainsi qu'un échantillon de laiton, renfermant 38 °/₀ de zinc, a fourni un spectre qu'il était impossible de distinguer de celui du cuivre pur, tandis qu'un alliage de trois parties d'or et une d'argent a donné lieu à un spectre dans lequel prédominaient les raies caractéristiques de l'argent.

Enfin, M. Miller rend compte d'une série d'expériences relatives à la transmission d'étincelles, entre les électrodes de métaux différents, à travers des courants de gaz d'espèces variées. L'appareil dont il s'est servi consiste en un tube de verre percé d'une ouverture latérale, qui pouvait être fermée au moyen d'un disque de quartz ; les extrémités du tube étaient fermées par des disques en laiton, munis chacun d'une pince en laiton destinée à recevoir l'électrode. Un courant de chaque gaz, à la pression ordinaire de l'atmosphère, était transmis successivement à travers l'axe du tube Parmi les gaz soumis à l'expérience, l'auteur signale l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, le protoxyde d'azote, l'acide carboni-

que et l'oxyde de carbone, le gaz oléfiant et celui des marais, le cyanogène, l'hydrogène sulfuré et le gaze acide sulfureux. Il a constaté que le spectre d'un même métal variait notablement suivant le milieu qui servait de passage à l'étincelle. Dans l'hydrogène, l'intensité du spectre était toujours considérablement réduit, et les rayons les plus réfrangibles manquaient totalement, mais aucun nouveau rayon n'a paru. Dans le cas de l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, le gaz oléfiant, le gaz des marais et le cyanogène, les raies propres à chaque métal ont été produites ; mais, en outre, il a paru dans tous ces gaz une série de raies identiques dépendant du carbone renfermé dans chacun d'eux. L'auteur a aussi remarqué que plusieurs de ces gaz, et en particulier, le protoxyde d'azote et les gaz hydrochloriques et sulfuriques, présentaient un obstable considérable au passage des étincelles provenant de la bobine d'induction.

CHIMIE.

J. Pelouze et Aug. Cahours. Recherches sur les pétroles d'Amérique[1]. — Schorlemmer. Sur la constitution chimique de l'huile minérale d'Amérique[2]. — Bolley. Recherches chimico-techniques sur le pétrole d'Amérique[3].

Le grand développement qu'ont pris depuis plusieurs années l'exploitation et la consommation pour l'éclairage des huiles minérales de l'Amérique du Nord, a attiré sur ces produits l'attention d'un grand nombre de chimistes et de nombreux mémoires ont été publiés, soit sur leur constitution chimique, soit sur les propriétés qui font la base de leurs applications.

[1] *Bulletin de la Société chimique de Paris*. mai 1863. *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*. séance du 13 juillet 1863.

[2] *Chemical News*, avril 1863. Extrait dans le *Répertoire de chimie appliquée*. mai 1863.

[3] *Polytechnischer Zeitschrift*, B[d] VIII, p. 96.

Il résulte des travaux, parfaitement concordants, de MM. Pelouze et Cahours et de M. Schorlemmer que la partie volatile de ces huiles minérales, celle qui, extraite du liquide brut par la distillation, est livrée au commerce comme propre à l'éclairage, est essentiellement composée d'une série de carbures d'hydrogène, homologues, représentés par la formule générale $C^{2n} H^{2n+2}$ et que l'on peut considérer comme les hydrures des radicaux alcooliques. Cette constitution est établie non-seulement par l'analyse de ces divers carbures séparés les uns des autres par des distillations fractionnées, mais par l'étude de leurs transformations chimiques. Ainsi, chacun d'eux, sous l'influence du chlore, se modifie par substitution, et le premier terme de cette substitution représente l'éther chlorhydrique de l'alcool correspondant et peut servir à la préparation de cet alcool et de tous ses dérivés par des réactions bien connues.

Voici, d'après MM. Pelouze et Cahours, la série des onze carbures qu'ils ont réussi à isoler, avec l'indication de leur densité et de leur point d'ébullition :

Noms.	Formule.	Densité.	Point d'ébullition.
Hydrure d'amyle....	$C^{10} H^{12}$	0,628	30°
— de caproyle..	$C^{12} H^{14}$	0,669	68
— d'œnanthyle..	$C^{14} H^{16}$	0,699	92 à 94
— de capryle...	$C^{16} H^{18}$	0,726	116 à 118
— de pélargyle..	$C^{18} H^{20}$	0,741	136 à 138
— de rutyle....	$C^{20} H^{22}$	0,757	160 à 162
— ?	$C^{22} H^{24}$	0,766	180 à 184
— de lauryle. .	$C^{24} H^{26}$	0,776	196 à 200
— de cocinyle..	$C^{26} H^{28}$	0,792	216 à 218
— de myristyle..	$C^{28} H^{30}$	?	236 à 240
— ?	$C^{30} H^{32}$	?	255 à 260

La formule de chacun d'eux correspond à quatre volumes de vapeur.

Si l'on ne rencontre pas les termes inférieurs à l'hydrure d'amyle, dans cette série dont le premier terme serait l'hydrure de

méthyle ou gaz des marais, peut-être doit-on l'attribuer en partie à ce que ces recherches ont été faites, non sur les pétroles bruts, mais sur les produits commerciaux préparés pour l'éclairage par une première distillation qui en a déjà éliminé en grande partie les principes naturellement gazeux ou les plus volatils.

On peut remarquer que ces principes essentiels des pétroles se rencontrent aussi en proportion assez forte dans les huiles provenant de la distillation des houilles, des schistes et du boghead. Toutefois ces dernières, et surtout celles que produisent les houilles, renferment en outre une assez grande quantité de carbures d'hydrogène appartenant à d'autres séries, tels que le benzol, le toluol, le xylol, le phénol, etc., substances que le pétrole ne renferme pas ou dont il ne contient que des traces. Il semble que l'on peut conclure de là que si le pétrole provient de la décomposition de matières analogues à la houille, cette décomposition n'a pas eu lieu sous l'influence des mêmes conditions, et probablement d'une température aussi élevée que celle qui est employée dans les usines où l'on distille ces matières pour la fabrication du gaz.

Le journal polytechnique de Zurich renferme un rapport intéressant de M. Bolley sur les résultats d'expériences chimiques et techniques faites au laboratoire de l'École polytechnique suisse sur ces matières. Un prix ayant été proposé sur ce sujet, deux mémoires ont été présentés; l'un, par MM. F. Bolley et Schwarzenbach a obtenu le premier prix, l'autre par MM. Arndt et Traun en a mérité un second. Voici les résultats les plus importants établis par ces recherches.

Le pétrole du Canada est un peu moins fluide, plus brun, d'une densité un peu plus grande et d'une odeur plus désagréable que celui de Pensylvanie. Toutefois ces différences sont très-légères, et ne dépassent peut-être pas celles que l'on observerait entre les produits de diverses mines du même pays, la constitution générale de ces huiles étant toujours la même.

Soumis à la distillation, le pétrole brut laisse dégager avant 120° environ 14,8 % de son volume ou 12,7 % de son poids de carbures les plus volatils. Le produit passant de 120 à 350° et

que l'on peut considérer comme le plus convenable pour l'éclairage s'élève à 63 °/₀ en volume, ou 60,7 en poids.

Des expériences nombreuses et variées ont été faites pour comparer le degré de volatilité et d'inflammabilité du pétrole, et par suite le danger que présente son emploi, avec celui d'autres liquides inflammables. Il y a sous ce rapport une très-grande différence entre le pétrole brut et celui qui a été rectifié, ou seulement celui qui a perdu une partie de ses éléments les plus volatils par un certain temps d'exposition à l'air. Le premier renferme, en effet, à l'état de dissolution, des gaz combustibles, qui peuvent s'échapper par la moindre élévation de température et prendre feu dans le voisinage d'un corps enflammé.

Le résultat général de ces expériences indiquerait que le danger résultant de l'inflammabilité du pétrole brut serait encore inférieur à celui que présentent sous ce rapport l'éther et le sulfure de carbone, et que le pétrole rectifié peut être placé à peu près sur la même ligne que l'alcool ou l'essence de térébenthine.

Les expériences relatives au pouvoir éclairant du pétrole font ressortir la grande économie de ce mode d'éclairage. En effet, la dépense, pour obtenir une même quantité de lumière avec ce liquide est à peu près dans le rapport de 1 : 4 si on le compare aux bougies stéariques, et de 1 : 2 par rapport aux chandelles de suif.

Enfin des essais ont été faits sur la production du gaz d'éclairage par la décomposition du pétrole dans des cornues chauffées au rouge. Il en résulte qu'un quintal de pétrole donne environ 1590 pieds cubes (anglais) de gaz d'éclairage. Ce gaz est extrêmement pur et n'exige aucun appareil d'épuration, il est très-riche en carbures d'hydrogène très-carburés, l'analyse y indique en effet environ .

Carbures d'hydrogène condensables par l'acide sulfurique.........	32
Hydrogène protocarboné.........	43
Hydrogène	25
	100

Aussi son pouvoir éclairant est-il au moins double de celui du gaz de la houille. Le volume du gaz produit étant d'ailleurs environ 3,18 fois plus grand à poids égal, il en résulte que le pétrole pourrait remplacer au moins 6,36 fois son poids de houille pour la fabrication du gaz, sans tenir compte des améliorations considérables que l'expérience et la pratique amèneraient nécessairement soit dans la fabrication de ce gaz, soit dans les appareils employés pour sa combustion.

Si l'on a égard, en outre, à la suppression des frais d'épuration, à l'économie résultant de la réduction à de moindres dimensions des appareils de fabrication, des gazomètres et des conduites, et à la température moins élevée nécessaire pour la production de ce gaz, on sera porté à penser que ce procédé de fabrication du gaz d'éclairage pourra avoir quelque avantage pour de petits établissements.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

NOUVEAUX DOCUMENTS SUR LA QUESTION DE L'ANTIQUITÉ DE L'HOMME.

La question de l'antiquité des races humaines a pris une si grande importance dans ces dernières années et la *Bibliothèque Universelle* en a assez souvent entretenu ses lecteurs, qu'il en résulte en quelque sorte pour nous l'obligation de continuer régulièrement l'analyse des nombreux travaux qui se rattachent plus ou moins directement à ce vaste sujet. Désormais nous réunirons sous le titre que nous donnons à cet article des extraits de tous les documents qui nous paraîtront de quelque intérêt, en continuant la discussion des questions complexes soulevées par la découverte de la mâchoire humaine dans les dépôts de Moulin-Quignon. Nous nous empresserons d'y joindre tous les documents inédits que l'on voudra bien nous communiquer. Ces analyses seront insérées dans le bulletin des *Archives*, à des intervalles irréguliers, suivant l'abondance des matériaux recueillis.

Le moment nous paraît d'autant mieux choisi pour commencer ce travail, que nous possédons depuis cette année un ouvrage complet sur l'antiquité de l'homme, qui est dû à la plume exercée d'un des plus éminents géologues de l'Angleterre et qui formera pour nous un point de départ singulièrement favorable (sir Ch. Lyell : *The geological evidences of the antiquity of man*, Londres, 1863, 8°). Nous aurions peut-être dû commencer par une analyse de ce livre lui-même ; mais elle nous aurait entraîné bien loin et nous avons le droit de le supposer connu de tous ceux qui s'occupent de ces questions. F.-J. Pictet.

Nouveaux détails sur le congrès tenu au sujet de la mâchoire de Moulin-Quignon. — Depuis l'article précité deux documents importants ont été publiés. Nous les recommandons à ceux de nos lecteurs qui sont désireux de détails plus complets que ceux que nous leur avons donnés. Le premier est une brochure de 50 pages, intitulée *l'Homme fossile*, historique général de la question et discussion de la découverte d'Abbeville, par F. Garrigou, de Tarascon; Paris, 1863, 8°. L'auteur, connu déjà par quelques travaux sur les cavernes de l'Arriége, a assisté à toutes les délibérations du congrès à Paris et à Abbeville, et il en donne un résumé très-clair, précédé d'une introduction destinée à éclairer les personnes peu familiarisées avec la géologie.

Le second document est un extrait détaillé des procès verbaux du congrès publié par MM. Falconer, Busk et Carpenter dans *The natural history review*, juillet 1863, p. 423 à 463. En attendant la publication officielle et complète de ces procès verbaux, ce travail est intéressant soit en lui-même, soit en ce qu'il précise bien l'opinion des paléontologistes anglais sur ce sujet, soit par quelques notes additionnelles dues aux trois savants indiqués ci-dessus.

Continuation des doutes sur l'authenticité de la découverte de Moulin-Quignon. — Dans l'article de la *Bibliothèque Universelle*

que nous avons rappelé ci-dessus, nous avons constaté l'unanimité avec laquelle les savants anglais et français avaient accepté l'authenticité de la mâchoire et des haches trouvées à Moulin-Quignon. En dehors du congrès et parmi ceux qui n'ont pas pu y assister, cette unanimité n'est pas complète. En particulier l'authenticité des objets recueillis est contestée par M. John Evans qui, par sa connaissance approfondie des instruments en silex de divers âges, est devenu une autorité dans ces questions. Il est toutefois nécessaire de remarquer que les doutes de M. Evans ne portent point sur les haches recueillies dans les anciennes localités du département de la Somme, ni par conséquent sur l'antiquité des races humaines, qui est, suivant lui, suffisamment démontrée par ces instruments. Mais dans des articles insérés dans l'*Atheneum*, en particulier dans le numéro 1862 du 4 juillet 1863, il conteste complétement l'authenticité de celles qui ont été trouvées à Moulin-Quignon, et par conséquent de la mâchoire humaine. Cet article n'est guère susceptible d'analyse, et il faudrait le reproduire tout entier pour montrer dans chaque cas particulier et pour chaque hache quelles sont les circonstances justifiant le doute. M. Evans avait laissé sur les lieux M. Keeping, connu par son habile exploration de cavernes d'Angleterre, et il reproduit son rapport en y ajoutant quelques observations. Suivant lui le doute est légitimé par les faits suivants :

1° Personne ne peut nier qu'il n'y ait à Moulin-Quignon un système régulier de fraudes, ayant pris naissance postérieurement aux premières découvertes de Menchecourt, etc., et n'affectant par conséquent que ce point spécial.

2° Dès que M. Keeping trouvait une hache en travaillant lui-même, les ouvriers l'annonçaient avec une promptitude prouvant qu'ils étaient sûrs d'avance de la découverte.

3° Les haches ont été presque toujours trouvées entourées d'un gravier un peu différent du reste ou dans des fentes communiquant avec l'extérieur. Quelquefois ces fentes étaient artificiellement rebouchées.

4° Elles présentaient sur leur surface des traces de doigts ou d'instruments avant d'avoir été touchées. M. Prestwich, qui a vu ces impressions, paraît les considérer comme très-douteuses.

Nous ne pouvons, en ce qui nous concerne, ajouter aucun commentaire aux observations de M. J. Evans. Nous rappelons seulement qu'elles sont en complet désaccord avec les conclusions unanimes du congrès.

Silex travaillés trouvés dans les dépôts diluviens du département de Loir et Cher. M. l'abbé Bourgeois a attiré l'attention de la Société géologique sur des silex taillés trouvés dans une brèche osseuse à Caves, commune de Vallière (Loir et Cher), et son travail a été inséré dans le *Bulletin* de la Société, 1863, t. 20, p. 206. Cette brèche, déjà découverte par lui-même en 1849, n'avait fourni d'abord que des ossements d'animaux. Explorée en 1862 par M. Bouvet, elle donna une petite hache en silex, et ce fait, en montrant l'intérêt que pouvait avoir une exploitation régulière, a engagé quelques géologues à y faire des recherches suivies (MM. l'abbé Bourgeois, l'abbé Delaunay, Bouvet et marquis de Vibraye).

Les objets découverts consistent en haches et en petits couteaux fabriqués avec des silex appartenant à la zone du *spondylus spinosus*; ils ne paraissent pas avoir été roulés, car leurs arêtes sont très-vives. On les trouve dans des couches vierges, composées de lits minces et irréguliers d'argile de limon sableux et de marne blanchâtre, dont l'épaisseur ne dépasse pas un mètre. Ils sont associés dans la partie inférieure avec des os d'espèces perdues parmi lesquelles on a reconnu : *Rhinoceros tichorhinus*, *Bos primigenius*, *Equus adamiticus*, *Hyæna spelæa* et *Megaceros hibernicus*. Ils se retrouvent également dans les parties supérieures avec des os de petits rongeurs, de batraciens et de poissons.

M. le marquis de Vibraye, en confirmant ces découvertes (*Bulletin* de la Société géologique, 1863, t. 20, p. 238) a fait ressortir l'importance qu'il y a à ne pas précipiter les fouilles dans

ces gisements intéressants, avant d'avoir fait toutes les recherches stratigraphiques nécessaires, et a cité bien des cas où de précieux débris ont été mélangés ou dispersés. Ses propres observations lui ont démontré que les dépôts diluviens de la Sologne renferment des silex ouvrés dans des localités nombreuses. Il en a en particulier découvert sur les bords du Cosson, à la Brosse, ainsi que dans sept autres endroits situés sur la rive gauche de la Loire. Il cite un dépôt considérable de ces instruments, rappelant un atelier de fabrication, à la base du diluvium de Contres (Loir et Cher) à 124 mètres d'altitude, etc. On lui signale, dit-il, trois gisements nouveaux dans les départements de la Charente, de la Dordogne et de la Vienne.

Le même auteur revient dans cet article sur la question des cavernes. La couche inférieure du diluvium renferme des silex travaillés avec les espèces de mammifères éteintes *Elephas primigenius*, *Ursus spelœus*, *Hyœna spelœa*, *Rhinoceros tichorhinus*. La couche plus récente du diluvium rouge fournit surtout des ossements de *Renne* et des silex d'un travail assez parfait pour accuser une civilisation se rapprochant de celle des habitations lacustres de la Suisse. M. de Vibraye cite des cavernes où ces deux couches sont séparées et distinctes de manière à rendre toute confusion impossible.

Coquilles terrestres et d'eau douce des sables d'Abbeville. M. G. de Mortillet (*Bull. Soc. géol.*, 1863, t. 20, p. 293) a étudié les coquilles terrestres et d'eau douce qui se trouvent dans les sables siliceux blancs de Menchecourt, associées aux silex travaillés et aux ossements d'*Elephas primigenius* et de *Rhinoceros tichorhinus*. Il a cherché à en déduire quel devait être le climat de cette région lorsqu'elle était habitée par ces races antiques, et n'a pas trouvé, ce nous semble, de preuves suffisantes qu'il fût bien différent du climat actuel. Sur 20 espèces nommées, M. de Mortillet en compte 13 identiques à celles qui vivent aujourd'hui dans le même pays, et 4 variétés d'espèces connues spéciales à

ce gisement, ne prouvant rien sous le point de vue de la température. Deux espèces offrent des variétés qui sembleraient indiquer un climat plus chaud; le *Cyclostoma elegans* y atteignait une taille qu'il n'a aujourd'hui qu'en Provence ou en Toscane. L'*Helix arbustorum* y devient également plus grand qu'aujourd'hui. Ces faits pourraient être confirmés par l'existence de la *Cyrena fluviatilis*, qui habite actuellement depuis la mer Caspienne jusqu'en Syrie; mais cette espèce citée par MM. Boucher de Perthes, Prestwich et Lyell n'a pas été retrouvée par M. de Mortillet. Par contre, une espèce se présente sous des formes qui caractérisent au contraire aujourd'hui les pays plus froids que la France ou les hautes montagnes. C'est la petite variété *alpicola* de ce même *Helix arbustorum*.

Indices matériels de la coexistence de l'homme avec l'Elephas meridionalis dans un terrain des environs de Chartres plus ancien que les terrains de transport quaternaires des vallées de la Somme et de la Seine. — Nous devons à M. Desnoyers cette intéressante découverte qui tendrait à assigner à l'espèce humaine une antiquité bien plus grande encore que les haches en silex du département de la Somme. Le savant académicien a constaté ses observations dans une note lue à l'Académie des Sciences, le 8 juin 1863 (*Comptes rendus*, tome LVI). Elles ont été faites dans les sablonnières de St-Prest, situées aux environs de Chartres, dans la vallée et sur la rive gauche de l'Eure, gisement qui, signalé pour la première fois en 1848, par feu M. de Boisvillette et étudié en 1860 et 1862 par M. Laugel, a fourni une quantité considérable d'ossements de grands mammifères aujourd'hui conservés dans le musée de Chartres, la collection du duc de Luynes, celle de l'École des mines à Paris, etc

Les preuves de l'existence de l'homme à cette époque, invoquées par M. Desnoyers, sont des entailles et des stries de diverse nature paraissant dues à l'action de lames tranchantes ou dentelées et très-différentes des fentes résultant de cassures ou de dessication, ainsi que des impressions dues au frottement des

cailloux ou à la dent des carnassiers. Nous renvoyons, sous ce point de vue, aux travaux bien connus de M. Lartet, qui s'est joint à M. Desnoyers pour l'étude et la détermination des os de St-Prest.

M. Desnoyers a observé ces stries ou ces entailles sur plus d'une centaine d'ossements recueillis par lui ou conservés dans les collections précitées. Il a vu au musée de Paris un crâne d'éléphant portant l'empreinte évidente de pointes de flèche. Il décrit dans sa note les fractures régulières de crânes et de bois de cerf analogues à celles que font encore quelques peuples du nord pour en tirer parti et montre l'impossibilité d'attribuer cette action à d'autres causes qu'à la volonté de l'homme. Il les considère par conséquent comme une preuve suffisante pour démontrer sa coexistence avec les espèces auxquelles appartenaient ces ossements. Voyons maintenant ce que l'on peut dire de l'antiquité de ces débris.

Le dépôt ossifère de St-Prest est un dépôt de transport, d'aspect fluviatile, composé de sables diversement colorés et de graviers en lits ondulés alternant avec eux dans une épaisseur de 12 à 15 mètres. Ces sables et ces graviers sont recouverts par un épais dépôt de lœss et de terrain de transport plus récent. Ils reposent sur la craie dont ils sont séparés par un lit de gros silex. Les connexions stratigraphiques de ce dépôt sont difficiles à établir ; mais les ossements qu'il renferme fournissent des données plus précises.

Ces ossements appartiennent aux espèces suivantes : *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Hippopotamus major*, *Megaceros carnutorum*, un grand bœuf et un autre de plus petite espèce. On voit dans cette association une faune très-semblable à celle du val d'Arno, à celle du crag ossifère de Norwich et en partie à celle d'Auvergne.

D'après les travaux de M. Falconer, les paléontologistes distinguent trois espèces d'éléphants fossiles en Europe : l'*E. primigenius*, qui est le plus fréquent et le plus récent, l'*E. antiquus* plus

rare et ayant vécu tantôt avec le précédent, tantôt avec le suivant, et l'*E. meridionalis* du val d'Arno, le plus ancien des trois, retrouvé aussi dans divers gisements de France et d'Angleterre. Le *Rhinoceros leptorhinus* se trouve ordinairement avec lui et en particulier au val d'Arno ; il ne paraît pas avoir été contemporain de l'*Elephas primigenius*. Il en est de même de l'*Hippopotamus major*. Nous acceptons pleinement la conclusion de M. Desnoyers. La faune de St-Prest est certainement antérieure aux faunes du département de la Somme caractérisées par l'*Elephas primigenius* et le *Rhinoceros tichorhinus*.

Mais en même temps nous sommes moins disposé à aller aussi loin que lui en considérant cette faune comme *pliocène*. Nous répugnons à l'emploi de ces mots qui risquent d'exagérer la valeur des faits, et tout en admettant qu'elle est plus ancienne que la faune à *E. primigenius*, nous ne connaissons aucun motif sérieux qui puisse la faire considérer comme contemporaine de la faune d'Asti ou de celle des sables de Montpellier, qui représentent, suivant nous, le véritable pliocène avec une association d'espèces fort différentes. Nous ne sommes pas en mesure aujourd'hui de discuter complétement cette grave question, et nous nous bornons à introduire une réserve ou un doute. Nous croyons savoir, par exemple, qu'à la suite de recherches récentes, quelques géologues considèrent les lignites de Zurich, qui renferment ce même *Rhinoceros leptorhinus*, associé avec l'*Elephas antiquus*, comme étant non-seulement diluvien, mais même post-glaciaire. L'extinction de ce rhinocéros et de l'*Elephas meridionalis* avant l'époque quaternaire ne nous paraît pas encore suffisamment démontrée

Mais ces réserves sur l'application du mot *pliocène* n'infirment en rien le point essentiel et les découvertes de M. Desnoyers qui, si elles sont vérifiées, reculent considérablement, comme nous l'avons dit, l'époque de l'arrivée de l'homme en Europe. Elles ne seront certainement pas admises d'emblée par tout le monde, et nous comprenons, sans les partager, les doutes que l'on peut

avoir sur la valeur de preuves de cette nature, sur l'impossibilité d'expliquer les entailles autrement que par l'action de l'homme et sur la nécessité qu'ils aient été striés ou coupés à l'état frais.

Mais ce que nous ne comprenons pas du tout, c'est que, dans une question sérieuse, à la suite de l'exemple donné par le congrès d'Abbeville, et avec le ton général de discussion courtoise et intelligente qu'il a imprimé, on ait le courage de faire à M. Desnoyers des objections de la nature de celles que lui a opposées M. Robert. Les comptes rendus de l'Académie du 22 juin 1863 renferment une note dans laquelle ce géologue affirme que les entailles sont l'œuvre d'un préparateur de l'École des mines, qui a avoué lui-même avoir laissé cette preuve de sa maladresse sur les os qu'il avait été appelé à nettoyer. M. Desnoyers (*Comptes rendus*, séance du 29 juin 1863) n'a pas eu de peine à réfuter cette singulière attaque et à montrer qu'en supposant, ce qui est peu probable, que les directeurs de la belle collection de l'École des mines tolèrent cet usage inintelligent du grattoir, il n'en résulte aucune suspicion pour les os recueillis par l'auteur de la découverte dans la couche vierge et lavés directement par lui-même sans l'emploi d'instruments tranchants, qui sont inutiles vu l'état peu compacte du sable. Il serait également bien invraisemblable que la collection du musée de Chartres et le beau cabinet du duc de Luynes puissent être victimes à ce point de l'inexpérience de leurs préparateurs.

Prof. DU BOIS-REYMOND. BESCHREIBUNG, etc. DESCRIPTION DE QUELQUES APPAREILS ET MODES D'EXPÉRIMENTATION APPLIQUÉS A DES RECHERCHES ET DES DÉMONSTRATIONS ÉLECTROPHYSIOLOGIQUES (*Abhandlungen der Kgl. Akad. d. Wiss. für 1862.* Berlin, 1863, in-4°, 165 pages et 5 planches).

Sous ce titre, M. le professeur Du Bois-Reymond réunit les descriptions d'un certain nombre d'appareils et d'expériences imaginées par lui depuis la publication de ses recherches sur l'élec-

tricité. Quelques-unes de ces descriptions ont déjà été publiée brièvement ailleurs ; d'autres ont reçu tout au moins une publicité limitée par les cours de l'illustre professeur et par les travaux de ses élèves. Plusieurs de ses appareils ont pour but de rendre visibles à un public nombreux, par des dispositions ingénieuses, les expériences les plus délicates de l'électrophysiologie.

L'auteur commence par des conseils sur la manière d'établir un galvanomètre avec tous les perfectionnements qui lui ont été apportés à une époque récente. Toutes les précautions étant prises, cet instrument peut en effet acquérir à la fois la sensibilité et l'exactitude les plus grandes. Il est vrai qu'il est difficile de se procurer des fils de cuivre qui soient parfaitement diamagnétiques, même lorsqu'on a soin de les entourer de soie blanche à l'exemple de M. Tyndall. En effet, il existe des traces de fer même dans le cuivre galvanoplastique, prétendu chimiquement pur (Magnus).

Dans un second chapitre, M. Du Bois traite de l'emploi des boussoles à miroir pour remplacer les galvanomètres dans les expériences d'électrophysiologie. Ces instruments, dont l'emploi dans les laboratoires tend à se généraliser, permettront dorénavant des mesures exactes dans le domaine de l'électricité nerveuse. Ils ont d'ailleurs l'avantage de permettre des démonstrations devant un public nombreux. En effet, les déviations du miroir étant indiquées par la réflexion d'un faisceau lumineux, les déviations les plus minimes deviennent sensibles sur un écran placé à distance.

L'auteur expose ensuite plusieurs perfectionnements qu'il a introduits dans ses appareils devenus classiques pour l'étude de l'électricité nerveuse. Comme on devait s'y attendre, il a complétement renoncé à l'emploi des électrodes de platine, depuis la découverte des propriétés du zinc amalgamé plongeant dans une dissolution de sulfate de zinc. Il a renoncé à recouvrir les coussinets de papier buvard avec une pellicule d'albumine. Il a remplacé cette membrane dont l'emploi était accompagné d'une foule

d'inconvénients, par des plaques d'argile à modeler, pétries dans de l'eau salée. Il a introduit dans le circuit une clé (ainsi nommée par analogie avec la clé du télégraphe de Morse) ingénieuse pour ouvrir et fermer le courant. Cette clé lui rend en particulier de grands services dans la tétanisation à l'aide de courants d'induction.

Sous le nom de compensateur, M. Du Bois décrit un appareil pouvant servir à mesurer le pouvoir électromoteur des nerfs et des muscles. Cet appareil a pour but de permettre l'introduction dans le circuit d'un galvanomètre parcouru par un courant nerveux ou musculaire, d'un second courant dérivé du circuit d'une pile de Daniell. Ce second courant peut être gradué, selon les besoins, de manière à pouvoir faire équilibre, par exemple, au courant nerveux, l'aiguille du galvanomètre revenant alors à 0.

Enfin, laissant de côté divers appareils qui seraient mentionnés avec plus de droit dans la partie physique de ce bulletin, nous terminerons en mentionnant quelques dispositions ingénieuses dont l'application peut être rapidement indiquée. C'est d'abord le *télégraphe des contractions* (Zackungstelegraph), dans lequel les contractions d'un gastrocnémien de grenouille sont transmises à un levier dont l'extrémité porte un disque coloré visible à une grande distance. Les moindres contractions du muscle amènent une excursion relativement considérable du disque. Cet appareil est important pour les démonstrations publiques. C'est ensuite le *réveil à grenouille* (Froschwecker), dans lequel les contractions du gastrocnémien ne se manifestent plus par un signe optique, mais bien par un signe acoustique. Elles mettent, en effet, en mouvement un marteau frappant sur un timbre. M. Du Bois s'est en particulier servi de cet appareil pour étudier les décharges du malaptérare électrique. Il a reconnu que lorsque le poisson est fortement irrité, le timbre retentit deux ou trois fois de suite, accusant des décharges répétées de l'animal Quelquefois on voit le marteau s'abaisser sur le timbre et y rester comme attaché pendant quelques secondes. Il est évident que, dans ce cas, le

nerf de la grenouille a été tétanisé par les décharges du poisson. Ce même appareil a permis de reconnaître que le poisson donne quelquefois spontanément des décharges en se déplaçant dans sa cuve, sans avoir été nullement excité.

Il est parfois important pour certaines expériences de recevoir isolément une décharge d'un poisson électrique, condition difficile à réaliser, l'animal donnant généralement plusieurs décharges successives. M. Du Bois obvie à cette difficulté par l'emploi d'un appareil appelé par lui l'*interrupteur à grenouille* (Froschunterbrecher). Quelque rapide que soit la décharge du poisson, le courant pour ainsi dire infinitésimal qu'on en dérive et qu'on fait passer par le nerf d'un gastrocnémien de grenouille, suffit pour produire dans le nerf et son muscle une irritation maximum. La contraction du muscle soulève un levier faisant partie du circuit et interrompt par conséquent le courant. Une disposition ingénieuse empêche que le levier, en revenant à sa position première, ne referme le circuit.

Enfin, par un mécanisme délicat, comparable à celui du télégraphe à grenouille, M. Du Bois-Reymond réussit à rendre visible pour une assemblée nombreuse des expériences sur l'irritation chimique des muscles, telles que les expériences de M. Kühne, décrites précédemment dans ces *Archives*[1].

Fritz MULLER. ENTONISCUS PORCELLANÆ, NOUVEAU TYPE D'ISOPODES PARASITES (*Archiv für Naturgeschichte*, 1862, XXVIII, p. 10).

On connaît depuis longtemps un cas de dégradation extraordinaire du type des isopodes dans un genre parasite, celui des Bopyres. Cette dégradation est encore exagérée dans le genre Entoniscus que M. F. Müller vient de découvrir à Desterro (Brésil). L'espèce étudiée par lui vit sur une Porcellana, crustacé qui aurait à se plaindre vivement des parasites de son propre embran-

[1] V. *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1861, t. X, p. 377.

chement. En effet, outre l'Entoniscus dont nous avons parlé, on trouve sur lui un Bopyre logé dans sa cavité respiratoire et un Sacculinide (*Lernæodiscus Porcellanæ* Müller) entourant l'intestin de ses tubes rhizomorphes.

L'Entoniscus femelle est enfermé dans un sac membraneux qu'on trouve logé entre le foie, l'intestin et le cœur de son hôte. Il n'a plus ni les yeux ni les antennes qu'il possédait dans le jeune âge; son estomac a passé dans sa tête; son thorax s'est transformé en un boyau sans articulations, incapable de mouvement et orné d'énormes feuillets membraneux dans l'épaisseur desquels les œufs se développent ; l'abdomen est une espèce de long cylindre très-mobile, muni d'extrémités en forme de sabre, et portant à sa base, du côté dorsal, une sorte de hernie renfermant le cœur. La longueur totale de l'animal est de 10 à 15 millimètres.

Au premier abord on ne serait guère tenté de reconnaître dans cet animal un isopode, d'autant plus que sa tête, dont l'apparence rappelle les hémisphères cérébraux de l'homme avec leurs circonvolutions, ne ressemble à celle d'aucun crustacé. Cependant l'examen des mâles met bientôt sur la voie des affinités zoologiques de ces singuliers animaux. Ils ressemblent, en effet, aux mâles des Bopyres. Comme ces derniers, ce sont des nains (leur longueur ne dépasse pas 0,^{mm}8) vivant presque comme des parasites sur le corps de leurs femelles gigantesques. Leur thorax est composé de sept segments, l'abdomen de six. Les six premiers segments thoraciques portent des extrémités très-rudimentaires. La tête est ornée d'antennes peu développées.

Les larves de l'Entoniscus Porcellanæ ont, comme celles des Bopyres, tous les caractères d'isopodes normaux avec organes des sens, armure buccale et appendices locomoteurs.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1863.

Le 3, la neige a entièrement disparu du Jura : dans la soirée, couronne lunaire.

4, plusieurs orages accompagnés d'éclairs et de tonnerres éclatent dans la nuit du 3 au 4 : le premier vers 2 h. 30 m. du matin, au SE. et à l'Est ; le second à 3 h. 30 m. passe du SSO. à l'Est ; le troisième commence à 4 h. 15 m. et passe du SSO. au NE. ; il tombe une faible averse vers 4 h. 30 m., enfin le dernier passe de l'Ouest à l'Est au Nord de l'Observatoire ; on entend le tonnerre jusqu'à 6 h. 45 m.

8, on entend quelques coups de tonnerre entre 1 h. 30 m. et 2 h. de l'après-midi : l'orage suit le Jura du Nord au Sud.

9, on entend quelques coups de tonnerre entre 11 h. 35 m. et 1 h. 15 m. de l'après-midi : l'orage suit la direction du Nord au Sud à l'Ouest de l'Observatoire.

14, depuis 8 heures du matin hâle très-fort pendant toute la journée ; le ciel étant pur de nuages et de vapeurs, à 4 h. 30 m. on pouvait facilement fixer le soleil qui se présentait comme un disque d'un rouge foncé : cette apparition du hâle a été précédée d'un vent du Nord très-prononcé à partir du 10.

15, le hâle subsiste, mais il est moins prononcé que la veille.

16, 17, 18, le hâle se présente toujours avec une assez grande intensité, surtout le 18 ; il disparaît complétement le 19 au matin, à la suite du vent du Sud de la veille.

20, depuis 8 h. 30 m. éclairs au SO. ; un peu plus tard éclairs à l'ESE. et un coup de tonnerre ; l'orage suit la direction du Sud au Nord à l'Est de l'Observatoire.

22, depuis 1 h. à 1 h. $^{3}/_{4}$ du soir on entend des tonnerres : l'orage passe de l'O. au NE. au Nord de l'Observatoire. Éclairs et tonnerres depuis 7 h. $^{1}/_{2}$ à 8 h. $^{3}/_{4}$: l'orage suit la direction du S. au N. à l'E. de l'Observatoire. A 10 h. des éclairs au SE.

23, on entend quelques coups de tonnerre au SE. entre 3 h. $^{1}/_{4}$ et 3 h. $^{1}/_{2}$ de l'après-midi : l'orage passe du S. au N. à l'Est de l'Observatoire. De 8 h. à 9 h. $^{1}/_{2}$ des éclairs au S. et à l'E.

24, des tonnerres au S. entre 8 h. et 9 h. du matin, l'orage suit la direction du S. au N. à l'Est de l'Observatoire.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1, à 8 h. matin...	734,72		
		4, à 8 h. soir.....	728,45
6, à 10 h. soir.....	731,94		
		9, à 6 h. soir.....	728,26
14, à 8 h. matin ...	732,28		
		18, à 6 h. soir	721,28
21, à 8 h. matin...	727,06		
		22, à 8 h. matin ..	724,56
24, à 10 h. soir.....	730,97		
		26, à 6 h. matin...	727,05
28, à 8 h. matin...	730,89		
		29, à 6 h. soir.....	726,99
31, à 8 h. matin...	730,95		

GENEVE. — JUILLET 1863.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minimum.	Fract. de saturation. Maximum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim	millim.	o	o	o	o	mm.	millim.					mm.				o		pouces
1	731,26	+ 6,84	+18,80	+0,72	+16,5	+22,7	11,91	+1,54	747	+ 54	601	860	...	..	N. 1	0,23	18,9	+ 2,7	62,5
2	732,93	+ 5,47	+21,88	+3,74	+13,4	+28,5	12,83	+2,41	667	− 25	430	910	...	..	SSO. 1	0,09	19,5	+ 3,2	63,1
3	730,85	+ 3,35	+22,94	+4,74	+14,4	+29,2	12,78	+2,33	624	− 67	400	860	...	..	OSO. 1	0,21	19,8	+ 3,4	63,8
4	729,35	+ 1,81	+21,36	+3,10	+17,3	+27,0	12,95	+2,47	696	+ 6	530	840	0,2	1	N. 1	0,41	19,7	+ 3,2	64,2
5	730,16	+ 2,59	+19,04	+0,73	+15,6	+23,9	11,36	+0,86	698	+ 9	570	730	...	..	NNE. 1	0,13	.	.....	66,5
6	731,58	+ 3,97	+18,39	+0,03	+14,6	+23,1	10,89	+0,37	699	+ 11	510	770	..	..	NNE. 1	0,08	20,9	+ 4,2	66,5
7	730,34	+ 2,69	+18,80	+0,39	+11,7	+23,9	12,94	+2,40	782	+ 95	610	890	...	..	N. 1	0,11	21,4	+ 1,6	66,5
8	729,71	+ 2,06	+20,75	+2,30	+13,6	+26,9	12,25	+1,69	670	− 16	500	820	...	..	N. 1	0,38	21,1	+ 4,2	66,5
9	729,17	+ 1,46	+19,79	+1,30	+11,1	+26,0	12,68	+2,10	737	+ 52	550	870	...	..	N. 1	0,40	21,7	+ 4,7	66,5
10	730,20	+ 2,46	+19,28	+0,75	+14,0	+23,9	12,13	+1,53	726	+ 41	590	870	...	..	NNE. 2	0,30	22,1	+ 5,0	66,5
11	730,66	+ 2,89	+18,18	−0,08	+12,9	+23,2	10,35	−0,27	657	− 27	490	790	...	..	NNE. 2	0,16	21,3	+ 4,1	66,5
12	731,16	+ 3,36	+17,22	−1,37	+13,1	+22,4	9,83	−0,81	681	− 3	460	770	...	..	NNE. 1	0,28	...	....	66,2
13	730,87	+ 3,04	+19,23	+0,61	+12,9	+23,8	11,11	+0,18	671	− 13	530	790	...	..	N. 2	0,08	20,8	+ 3,4	66,0
14	731,52	+ 3,67	+19,48	+0,83	+14,1	+24,0	11,59	+0,92	689	+ 6	560	800	...	..	N. 2	0,12	20,8	+ 3,4	65,0
15	729,64	+ 1,77	+18,81	+0,13	+13,6	+21,8	10,21	−0,44	647	− 36	420	790	...	..	N. 1	0,37	20,9	+ 3,4	65,2
16	727,02	− 0,87	+19,76	+1,06	+12,1	+25,6	11,08	+0,39	649	− 34	400	760	..	..	NNO. 1	0,11	21,0	+ 3,1	65,1
17	726,25	− 1,66	+19,96	+1,24	+11,4	+27,1	9,47	−1,23	562	−121	340	760	...	..	variable	0,10	21,0	+ 3,3	65,1
18	723,01	− 4,89	+21,07	+2,34	+14,0	+26,8	8,93	−1,78	504	−179	330	770	...	..	OSO. 2	0,37	20,6	+ 2,8	64,2
19	725,03	− 2,92	+18,87	+0,13	+14,2	+24,8	7,10	−3,32	481	−201	340	580	...	..	variable	0,16	..	.....	64,0
20	724,98	− 2,99	+19,22	+0,47	+ 9,0	+25,9	8,63	−2,10	531	−151	330	760	0,8	1	SO. 1	0,71	18,1	+ 0,2	64,0
21	726,31	− 1,68	+23,33	+4,58	+15,7	+29,2	10,36	−0,38	516	−166	270	810	...	..	S. 1	0,16	17,7	− 0,3	64,2
22	725,27	− 2,73	+23,17	+4,12	+18,9	+29,9	12,60	+1,86	628	− 54	360	850	0,5	2	SSO. 2	0,63	17,8	− 0,2	63,0
23	727,46	− 0,55	+20,37	+1,62	+17,8	+27,3	12,64	+1,90	735	+ 53	410	900	0,9	2	variable	0,74	14,6	− 3,5	64,5
24	729,66	+ 1,64	+18,20	−0,51	+11,2	+23,0	8,95	−1,79	597	− 85	400	690	1,2	1	variable	0,50	16,8	− 1,3	65,0
25	728,59	+ 0,56	+16,46	−2,28	+ 8,0	+24,0	8,04	−2,71	587	− 95	410	870	...	..	variable	0,38	18,1	− 0,1	64,5
26	727,71	− 0,33	+15,80	−2,93	+12,7	+20,8	7,88	−2,87	618	− 65	100	760	0,7	2	SSO. 1	0,84	...	....	64,5
27	728,91	+ 0,87	+11,98	−3,73	+ 8,3	+19,6	7,80	−2,95	624	− 59	400	820	...	..	NNE. 3	0,04	18,1	− 0,2	64,5
28	729,30	+ 1,26	+18,17	−0,52	+ 8,1	+26,8	9,25	−1,50	620	− 64	310	900	...	..	SSO. 1	0,02	18,6	+ 0,2	63,5
29	727,57	− 0,18	+17,32	−1,35	+13,7	+21,9	10,61	−0,14	722	+ 38	580	790	0,3	1	variable	0,99	18,9	+ 0,5	62,5
30	729,54	+ 1,49	+18,02	−0,63	+14,5	+22,9	11,36	+0,61	748	+ 63	550	850	..	..	N. 1	0,42	18,4	0,0	62,5
31	730,07	+ 2,02	+18,32	−0,30	+10,3	+24,6	9,43	−1,32	619	− 67	340	890	...	..	N. 1	0,03	19,1	+ 0,6	61,5

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1863.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	731,45	731,39	731,19	730,47	730,39	730,13	730,09	730,31	730,82
2e »	728,60	728,70	728,46	728,05	727,61	727,23	726,99	727,27	727,91
3e »	728,43	728,62	728,44	728,11	727,86	727,76	727,83	728,25	728,65
Mois	729,46	729,57	729,33	728,95	728,60	728,35	728,29	728,61	729,11
Température.									
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade	+15,99	+19,43	+21,57	+23,81	+24,38	+24,29	+23,48	+21,27	+18,78
2e »	+14,93	+18,51	+20,81	+22,79	+23,82	+24,15	+23,13	+20,09	+17,60
3e »	+14,80	+18,32	+20,37	+22,47	+23,02	+22,92	+21,30	+18,55	+17,19
Mois	+15,23	+18,74	+20,91	+23,02	+23,72	+23,76	+22,59	+19,93	+17,83
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	11,18	12,04	12,79	13,00	12,83	12,35	12,32	12,32	12,08
2e »	9,60	10,21	10,42	10,10	10,17	9,73	9,16	9,79	9,47
3e »	10,33	10,20	10,06	9,30	9,26	9,60	9,87	10,56	10,40
Mois	10,37	10,80	11,06	10,85	10,70	10,53	10,53	10,88	10,64
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade,	825	718	667	594	573	550	577	656	749
2e »	757	646	575	511	469	439	449	556	631
3e »	812	649	556	462	446	468	533	660	710
Mois	798	670	602	520	495	485	520	625	697

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o		o	mm	p.
1re décade,	+14,52	+25,51	0,24	20,57	0,2	65 3
2e »	+12,73	+24,84	0,25	20,56	0,8	65.1
3e »	+12,93	+24,55	0,43	17,81	3,6	63,7
Mois	+13,38	+24,95	0,31	19.54	4,6	64,7

Dans ce mois, l'air a été calme 0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,62 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 10° 4 O. et son intensité est égale à 20 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1863.

Dans la journée du 1er Juillet, la glace qui recouvrait le lac, a entièrement disparu.

Le 8, à 1 h. $^1/_2$ du soir, un coup de tonnerre dans la direction du NO.

12, vers les 2 heures du soir, il a grêlé pendant quelques minutes.

22, vers les 10 heures du soir, des éclairs au NO.

23, à 1 h. du soir, quelques coups de tonnerre au NO.

24, à 11 h. du matin, de forts et nombreux coups de tonnerre à l'Ouest.

A partir du 26, à 4 h, l'observation de la température est faite au thermomètre Geissler, placé dans la cage en zinc.

SAINT-BERNARD. — JUILLET 1863.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température, C. Moyenne des 24 heures.	Température, C. Écart avec la température normale.	Température, C. Minimum.[1]	Température, C. Maximum.[1]	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	mm	mm			
1	573,61	+ 5,74	572,51	574,72	+ 8,67	+ 3,31	+ 4,7	+11,5	......	......	......	NE. 1	0,30
2	574,56	+ 6,62	574,37	574,96	+10,77	+ 5,38	+ 7,2	+11,6	......	......	......	NE. 1	0,20
3	572,84	+ 4,84	572,47	573,29	+ 9,54	+ 4,09	+ 7,6	+12,7	......	......	......	NE. 1	0,12
4	571,02	+ 2,96	570,62	571,61	+ 7,57	+ 2,06	+ 6,2	+10,4	......	0,5	1	NE. 1	0,54
5	570,18	+ 2,37	570,21	571,04	+ 7,00	+ 1,43	+ 5,4	+10,7	......	......	......	NE. 1	0,32
6	571,51	+ 3,34	570,80	572,38	+ 7,64	+ 2,02	+ 5,5	+10,3	......	......	......	NE. 1	0,04
7	571,54	+ 3,32	571,33	571,76	+ 9,26	+ 3,59	+ 7,0	+12,6	......	......	......	NE. 1	0,04
8	570,67	+ 2,40	570,50	570,82	+ 6,66	+ 0,94	+ 5,4	+10,3	......	......	......	NE. 1	0,69
9	569,98	+ 1,66	569,79	570,17	+ 6,82	+ 1,05	+ 5,6	+10,0	......	......	......	NE. 1	0,72
10	570,08	+ 1,71	569,67	570,75	+ 5,10	— 0,72	+ 3,3	+ 9,9	......	......	......	NE. 1	0,83
11	570,07	+ 1,65	569,73	570,76	+ 4,92	— 0,94	+ 2,4	+ 9,0	......	......	......	NE. 1	0,52
12	570,11	+ 1,65	569,87	570,53	+ 5,24	— 0,66	+ 4,2	+ 8,2	......	1,5	3	NE. 1	0,54
13	571,15	+ 2,65	570,48	572,07	+ 7,13	+ 1,19	+ 4,3	+10,3	......	......	......	NE. 1	0,47
14	571,59	+ 3,05	571,11	571,98	+ 7,50	+ 1,52	+ 6,4	+10,5	......	......	......	NE. 1	0,43
15	570,23	+ 1,65	569,77	570,70	+ 7,97	+ 1,95	+ 6,4	+11,1	......	......	......	NE. 1	0,51
16	568,37	— 0,25	568,08	568,80	+ 7,02	+ 0,97	+ 5,3	+10,0	......	......	......	NE. 1	0,59
17	567,37	— 1,28	567,18	567,81	+ 6,09	+ 0,01	+ 4,0	+ 9,1	......	......	......	NE. 2	0,13
18	564,95	— 3,73	564,33	565,46	+ 7,72	+ 1,61	+ 6,0	+11,3	......	......	......	variable	0,30
19	564,79	— 3,92	563,63	565,93	+ 3,56	— 2,57	+ 1,1	+ 6,4	......	......	......	NE. 2	0,37
20	566,15	— 2,58	565,69	567,28	+ 8,20	+ 2,05	+ 4,8	+12,1	......	......	......	SO. 1	0,68
21	568,93	+ 0,18	567,57	569,85	+ 9,68	+ 3,51	+ 5,2	+11,0	......	1,3	3	SO. 1	0,26
22	569,81	+ 1,04	569,65	570,47	+ 9,93	+ 3,74	+ 6,6	+13,0	......	......	......	SO. 1	0,81
23	570,02	+ 1,23	569,58	570,53	+10,89	+ 4,69	+ 9,0	+14,2	......	2,9	1	SO. 1	0,81
24	568,43	— 0,38	568,25	568,72	+ 3,55	— 2,66	+ 1,0	+ 7,1	......	10,2	4	NE. 2	0,87
25	567,06	— 1,77	566,67	567,36	+ 3,33	— 2,89	— 0,6	+ 7,0	......	......	......	NE. 1	0,28
26	565,42	— 3,42	565,02	566,33	— 0,37	— 6,60	— 1,5	+ 2,0	......	3,3	4	NE. 2	0,98
27	567,28	— 1,57	566,10	568,99	+ 1,38	— 4,85	— 2,7	+ 4,9	......	......	......	NE. 1	0,26
28	569,61	+ 0,75	569,12	569,83	+ 7,64	+ 1,41	+ 5,1	+10,1	......	......	......	variable	0,06
29	568,31	— 0,55	567,80	568,93	+ 4,40	— 2,56	+ 4,0	+ 4,9	......	8,8	2	SO 1	1,00
30	568,98	+ 0,11	566,94	570,52	+ 2,87	— 3,36	+ 2,2	+ 4,9	......	5,8	4	NE. 2	0,92
31	570,20	+ 1,33	569,94	570,45	+ 7,23	+ 1,01	+ 5,7	+ 9,4	......	......	......	NE. 1	0,02

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermométrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1863.

---

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	571,51	571,61	571,61	571,63	571,56	571,61	571,62	571,80	571,91
2e »	568,39	568,41	568,45	568,51	568,46	568,45	568,50	568,62	568,78
3e »	568,16	568,37	568,43	568,55	568,53	568,61	568,69	568,83	569,04
Mois	569,32	569,43	569,47	569.53	569,49	569,53	569,57	569,72	569,87

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s
1re décade,	+ 6°,20	+ 8°,38	+10°.03	+11°,20	+10°,76	+ 9°,51	+ 8°,17	+ 7°,19	+ 6°,53
2e »	+ 4,56	+ 6,38	+ 8,20	+ 9,22	+ 9,35	+ 8,73	+ 7,35	+ 6,21	+ 5,73
3e »	+ 3,91	+ 5,39	+ 6,36	+ 7,69	+ 7,56	+ 7,57	+ 6,59	+ 5,61	+ 4,79
Mois	+ 4,86	+ 6,67	+ 8,11	+ 9,32	+ 9,17	+ 8,57	+ 7,35	+ 6,31	+ 5,66

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade,	+ 5,80	+11,30	0,38	0,5	—
2e »	+ 4,49	+ 9,80	0,45	1,5	—
3e »	+ 3,09	+ 8,35	0,57	32,3	—
Mois	+ 4,42	+ 9,77	0,47	34,3	—

Dans ce mois, l'air a été calme 13 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 4,54 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45°E., et son intensité est égale à 61 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES



TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVII (NOUVELLE PÉRIODE)

1863. — Nos 65 à 68.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

BOTANIQUE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand St-Bernard.

